



**PERBANDINGAN KELUARAN KINERJA SIMPANG
BERSINYAL TERKOORDINASI BERDASARKAN
PENDEKATAN MKJI DAN *SOFTWARE TRANSYT***

Sebuah Studi Kasus di Simpang Jl. Slamet Riyadi, Surakarta.

TESIS

Disusun Dalam Rangka Memenuhi Salah Satu Persyaratan
Program Magister Teknik Sipil

Oleh

Slamet Jauhari Legowo

L4A098039

**PROGRAM PASCASARJANA
UNIVERSITAS DIPONEGORO
SEMARANG**

2004

Halaman Pengesahan

**PERBANDINGAN KELUARAN KINERJA SIMPANG
BERSINYAL TERKOORDINASI BERDASARKAN
PENDEKATAN MKJI DAN *SOFTWARE TRANSYT***

Sebuah Studi Kasus di Simpang Jl. Slamet Riyadi, Surakarta.

Disusun Oleh

Slamet Jauhari Legowo

NIM : L4A098039

Dipertahankan di depan Tim Penguji pada tanggal :

28 Mei 2004

Tesis ini telah diterima sebagai salah satu persyaratan untuk
Memperoleh gelar Magister Teknik Sipil

Tim Penguji :

1. Ketua : Dr. Ir. Sri Prabandiyani, M.Sc
2. Sekretaris : Ir. Das'at Widodo, MS
3. Anggota 1 : Dr. Ir. Bambang Riyanto, DEA
4. Anggota 2 : Ir. Bambang Pudjianto, MT
5. Anggota 3 : Kami Hari Basuki, ST, MT

[Handwritten signatures of the examination committee members]

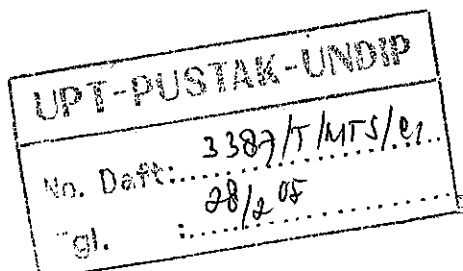
Semarang, *15/7* 2004

Universitas Diponegoro

Program Pascasarjana

Magister Teknik Sipil

Ketua



ABSTRAK

Perbaikan kinerja simpang bersinyal sering tidak tuntas. Kinerja satu simpang bersinyal diperbaiki, kinerja simpang lainnya menurun, seolah-olah konflik tidak hilang akan tetapi berpindah. Untuk memperkecil permasalahan tersebut biasanya dilakukan metoda pendekatan simpang bersinyal terkoordinasi. Menurut peneliti sebelumnya (Hendratmoko, 2000), perhitungan kinerja untuk simpang tunggal metoda MKJI lebih mendekati kondisi sebenarnya daripada TRANSYT. Pada simpang bersinyal terkoordinasi, permasalahan ini tentunya masih perlu diteliti lebih jauh lagi.

Dengan mengembangkan langkah agar metoda MKJI bisa digunakan untuk menganalisis simpang bersinyal terkoordinasi, pada penulisan ini dibandingkan hasil analisis simpang bersinyal terkoordinasi berdasarkan pendekatan MKJI dengan TRANSYT, dengan harapan akan didapatkannya hubungan secara matematis berupa persamaan korelasi antara keduanya. Selain itu dibuat program konversi TRANSYT ke pendekatan MKJI dan pendekatan MKJI ke TRANSYT.

Penelitian ini menggunakan metoda analisa regresi linier dan non linier. Pada pendekatan MKJI, variabel terikatnya adalah ukuran kota, lingkungan, hambatan samping, geometrik, arah arus, volume, kecepatan, fase dan waktu hilang. Untuk TRANSYT, variabel terikatnya adalah arus jenuh, panjang ruas, volume, kecepatan, fase, dan waktu hilang. Adapun variabel bebas pendekatan MKJI maupun TRANSYT adalah waktu siklus dan waktu hijau. Analisis uji regresi ini dipakai untuk melihat ada tidaknya korelasi dan untuk mengukur tingkat kesalahan yang terjadi. Selanjutnya dengan analisis regresi ini, didapatkan korelasi antara hasil keluaran TRANSYT dan pendekatan MKJI yang berupa kinerja derajat kejenuhan, antrian, dan tundaan.

Berdasarkan hasil analisis regresi dengan metoda pengelompokan yaitu seluruh ruas, ruas utama, dan ruas minor, jika hasil kinerja pendekatan MKJI-TRANSYT dibandingkan cenderung tidak konsisten. Hal ini adalah sebagai akibat dari perbedaan variable dan persamaan yang digunakan. Korelasi yang terkuat cenderung ditunjukkan pada perhitungan yang didekati lewat pengelompokan ruas utama. Persamaan korelasi pendekatan MKJI ke TRANSYT yang dihasilkan, memiliki koefisien determinasi untuk derajat kejenuhan sebesar 0,8395, tundaan sebesar 0,8276 dan antrian sebesar 0,6098. Persamaan korelasi TRANSYT ke pendekatan MKJI yang dihasilkan memiliki koefisien determinasi untuk derajat kejenuhan sebesar 0,8465, tundaan sebesar 0,8204, dan antrian sebesar 0,6205. Untuk lebih mempermudah proses perhitungan, pada penulisan ini dibuat program software "KONVERSI TRANSYT-KAJI".

Kata kunci : Simpang bersinyal terkoordinasi, Persamaan korelasi, Regresi, Kinerja, Derajat kejenuhan, Antrian, Tundaan, Program konversi.

ABSTRACT

Improvement of the signal junctions are often carried one incompletely. When one of the signals junction is repaired, the performance of others are decreased, as the conflict is unsolved but is only moved. To minimize the problem is usually used the coordinated signals junction approach. According to the previous researcher (Hendratmoko,2000), found that performance calculation of the single junction by MKJI method is closer to the real condition than TRANSYT. For the coordinated signals junction, these problems need farther evaluation.

This study extends the use of the MKJI method for the coordinated signals junction. This results are compared to that analysed by TRANSYT, and then a correlation equation between both is developed. In addition, a conversion program of TRANSYT to MKJI approach and MKJI approach to TRANSYT are generated.

Analysis method of the linear and non linear regrestion are used in this study. At MKJI approach, the dependent variables are town size, environment, side resistance, geometric, the traffic flow direction, volume, speed, phase and losed time. For the TRANSYT, the dependent variables are saturation flow, road length, volume, speed, phase, and lose time. While the independent variables for both MKJI and TRANSYT are green time and cycle time. This regrestion analysis test is applied to know whether there is a correlation or not and to measure the error level occurred. The regrestion analysis produces a correlation between the output of TRANSYT and MKJI approach in the form of the saturation degree performance, queue and delay.

Based on the regrestion analyse of the subdividing method, i.e: all road, major road, and minor road, it is found the performance of comparison result between MKJI-TRANSYT is tends inconsistently. It is a consequence of the difference of variable and equation used. The most powerful correlation is showed on computation that is approached through the major road grouping. The equation of correlation of approach MKJI to TRANSYT resulted has determination coefficient for the degree of saturation as much as 0,8395, the delay about to 0,8276 and the queue around 0,6098. Whereas, the correlation TRANSYT to MKJI approach found has determination coefficient to the degree of saturation as much as 0,8465, the delay around to 0,8204, and the queue about 0,6205. On this research, it is made the "TRANSYT-KAJI CONVERSION" software to make computation process easier.

Keywords : The coordinated signals junction, Correlation equation, Regrestion, Performance, Degree of saturation, Queue, Delay, Conversion program.

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah, segala puji bagi Allah SWT yang telah melimpahkan kurnia-Nya. Tiada yang patut dipuji kecuali hanyalah Dia juga. Dan berkat kurnia-Nya pula penulis dapat menyelesaikan tesis dengan judul: “Perbandingan Keluaran Kinerja Simpang Bersinyal Terkoordinasi Berdasarkan Pendekatan MKJI dan Software TRANSYT”.

Dalam kesempatan ini, penulis tidak lupa mengucapkan terimakasih kepada beberapa pihak, terutama :

1. Dr. Ir. Suripin, M.Eng, selaku Ketua Program Magister Teknik Sipil.
2. Dr. Ir. Sri Prabandiyani, M.Sc, selaku dosen Pembimbing I.
3. Ir. Das'at Widodo, MS, selaku dosen pembimbing II.
4. Dr. Ir. Bambang Riyanto, DEA, selaku dosen pembahas.
5. Ir. Bambang Pudjianto, MT, selaku dosen pembahas.
6. Kami Hari Basuki, ST, MT, selaku dosen pembahas.
7. Seluruh teman sejawat, Istri, saudara-saudaraku yang tak mungkin disebut satu persatu. Berkat bantuan, bimbingan, maupun dukungannya sehingga dalam penulisan tesis ini terasa ringan.

Menyadari bahwa tesis ini masih banyak mengandung kelemahan dan kekurangan, maka patutlah kiranya dilakukan penelitian lebih lanjut untuk menambah ketepatan dan keakuratan dari penulisan tesis ini. Walaupun demikian, mudah-mudahan tesis ini bermanfaat.

Surakarta, Mei 2004

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
ABSTRAKSI	iii
ABSTRAC	iv
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR LAMBANG DAN SINGKATAN	xvii
DAFTAR LAMPIRAN	xix
BAB I. PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	2
1.3. Maksud dan Tujuan Penelitian	2
1.4. Batasan Penelitian	3
1.5. Sistematika Penulisan	3
BAB II. TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1. Lingkup dan Tujuan Pengaturan Simpang Bersinyal	6
2.2. Karakteristik Simpang	6
2.3. Karakteristik Sinyal lalu Lintas	7
2.4. Beberapa Definisi dalam Simpang Bersinyal	8
2.5. Tundaan (<i>delay</i>)	10
2.5.1. Tundaan Berdasarkan TRANSYT	12
2.5.2. Tundaan Berdasarkan MKJI	15
2.6. Antrian	15
2.6.1. Antrian Berdasarkan TRANSYT	15
2.6.2. Antrian Berdasarkan MKJI	16
2.7. Gambaran Struktur Program TRANSYT	16
2.8. Struktur Program KAJI	18
2.9. Simpang Terkoordinasi	19

2.9.1. Kumpulan Kendaraan (<i>Platoon</i>)	22
2.9.2. Gelombang Hijau (<i>Green Wave</i>)	22
2.10. Optimasi Sinyal Terkoordinasi.	24
2.11. Validasi	24
2.11.1. Validasi MKJI	24
2.11.2. Validasi TRANSYT	25
2.12. Turbo Pascal	25
BAB III. METODOLOGI PENELITIAN	28
3.1. Kerangka Pemikiran	28
3.2. Observasi	28
3.2.1. Tujuan Observasi	28
3.2.2. Persiapan Surveiyor dan Alat Survai	28
3.2.3. Lokasi Penelitian	28
3.2.4. Teknik Observasi	30
3.3. Data	33
3.3.1. Data Primer	33
3.3.2. Data Sekunder	34
3.4. Pengolahan Data	35
3.4.1. Penggunaan Software	35
3.4.2. Alur pengolahan data berdasarkan pendekatan MKJI	35
3.4.3. Alur analisa berdasarkan Transyt	36
3.5. Pembandingan (uji statistik)	36
3.6. Hasil, Pemrograman, dan Rekomendasi	36
BAB IV. PENGUMPULAN DATA DAN ANALISA DATA	38
4.1. Pengumpulan Data	38
4.1.1. Volume Kendaraan	38
4.1.2. Fase dan Waktu Siklus	44
4.1.3. Geometrik Simpang	46
4.1.4. Panjang Ruas antar Simpang	48
4.1.5. Platoon dan Kecepatan Rata-rata	48
4.2. Analisa Data	49
4.2.1. Prinsip Analisa Data..	49
4.2.2. Analisa	49

4.3. Pembahasan	72
4.3.1. Perbandingan Kinerja hasil Pendekatan MKJI dengan TRANSYT.	72
4.3.2. Korelasi Pendekatan MKJI dengan TRANSYT	80
4.3.3. Program Konversi	84
BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN	90
5.1. Kesimpulan	90
5.2. Saran	91
DAFTAR PUSTAKA.	92
LAMPIRAN	
1. Volume lalu lintas masing-masing simpang	94
2. Kinerja hasil keluaran Software Transyt	109
3. Kinerja hasil rekap keluaran pendekatan MKJI	128
4. Formulir survai	146
5. Program konversi.	150

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1 Persentase kendaraan yang tetap pada <i>platoon</i> lalu lintas jalan raya.	22
Tabel 2.2 Perbedaan kinerja simpang antara hasil observasi dengan KAJI.	24
Tabel 2.3 Kecepatan jelajah Kendaraan di Bangkok	25
Tabel 2.4 Kecepatan jelajah kendaraan di Glasgow, Inggris.	25
Tabel 2.5 Perbedaan kinerja simpang antara hasil observasi dan TRANSYT.	26
Tabel 4.1. Pembagian siklus simpang Luwes dari hasil Survai.	44
Tabel 4.2. Pembagian siklus simpang Pasar Pon dari hasil Survai.	45
Tabel 4.3. Pembagian siklus simpang Nonongan dari hasil Survai.	46
Tabel 4.4. Kecepatan Rata-rata Kendaraan.	48
Tabel 4.5 Arus Jenuh	51
Tabel 4.6 Waktu siklus.	51
Tabel 4.7. Kinerja simpang terkoordinasi pada simpang Luwes	52
Tabel 4.8. Kinerja simpang terkoordinasi pada simpang Pasar Pon.	52
Tabel 4.9. Kinerja simpang terkoordinasi pada simpang Nonongan.	53
Tabel 4.10 Persamaan korelasi Pendekatan MKJI ke TRANSYT dan nilai koefisien determinasinya.	81
Tabel 4.11 Persamaan korelasi TRANSYT ke Pendekatan MKJI dan nilai koefisien determinasinya.	82
Tabel 4.12 Koefisien determinasi jika korelasi didekati melalui masing-masing Pendekat	83
Tabel 4.13 Koefisien determinasi jika korelasi didekati melalui ruas utama dan minor.	83
Tabel 4.14 Koefisien determinasi jika korelasi didekati melalui seluruh ruas.	83
Tabel 4.15 Contoh nilai hasil pemrograman.	84
Tabel 4.16 Beda Derajat Kejenuhan Ruas Utama hasil pendekatan MKJI dan Program Konversi.	86
Tabel 4.17 Beda Tundaan Ruas Utama hasil pendekatan MKJI dan Program Konversi.	86
Tabel 4.18 Beda Antrian Ruas Utama hasil pendekatan MKJI dan	

Program Konversi.	87
Tabel 4.19. Beda Derajat Kejenuhan Ruas Utama hasil TRANSYT dan Program Konversi	89
Tabel 4.20. Beda Tundaan Ruas Utama hasil TRANSYT dan Program Konversi	89
Tabel 4.21. Beda Antrian Ruas Utama hasil TRANSYT dan Program Konversi.	89

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1.1 Lokasi Penelitian.	4
Gambar 2.1 Titik konflik pada simpang empat lengan.	7
Gambar 2.2 Urutan waktu pada pengaturan sinyal dengan dua fase.	8
Gambar 2.3 Trayektori kendaraan .	10
Gambar 2.4 Model tundaan pada simpang menurut May, 1990.	11
Gambar 2.5 Penyederhanaan perilaku lalu lintas dalam TRANSYT.	13
Gambar 2.6 Tundaan lalu lintas pada suatu pendekat	14
Gambar 2.7 Struktur program TRANSYT.	17
Gambar 2.8 Diagram deskripsi program TRANSYT.	17
Gambar 2.9 Bagan alir analisa simpang bersinyal.	19
Gambar 2.10 Diagram Jarak – Waktu	20
Gambar 2.11 Ilustrasi simpang bersinyal.	20
Gambar 2.12 Sinyal terkoordinasi lalu lintas satu arah	21
Gambar 2.13 Distribusi frekuensi waktu kedatangan kumpulan kendaraan pada titik-titik pengamatan.	23
Gambar 2.14 Diagram ruang-waktu dalam “lorong” sinyal dengan 2 sinyal kecepatan dan 1 prasinyal.	23
Gambar 3.1 Bagan alir kerangka pemikiran	29
Gambar 3.2 Peta jaringan jalan kota Surakarta dan lokasi survai	31
Gambar 4.1 Koding arah pergerakan arus simpang Luwes	38
Gambar 4.2.a. Volume lalu lintas simpang Luwes arah 11	38
Gambar 4.2.b. Volume lalu lintas simpang Luwes arah 12	39
Gambar 4.2.c. Volume lalu lintas simpang Luwes arah 13	39
Gambar 4.2.d Volume lalu lintas simpang Luwes arah 21	39
Gambar 4.2.e Volume lalu lintas simpang Luwes arah 22	40
Gambar 4.3. Koding arah pergerakan arus simpang Pasar Pon	40
Gambar 4.4.a. Volume lalu lintas simpang Pasar Pon arah 11	41
Gambar 4.4.b. Volume lalu lintas simpang Pasar Pon arah 12	41
Gambar 4.4.c Volume lalu lintas simpang Pasar Pon arah 21	41
Gambar 4.4.d. Volume lalu lintas simpang Pasar Pon arah 22	42

Gambar 4.5. Koding arah pergerakan arus simpang Nonongan.	42
Gambar 4.6.a. Volume lalu lintas simpang Nonongan 11	42
Gambar 4.6.b. Volume lalu lintas simpang Nonongan arah 12	43
Gambar 4.6.c. Volume lalu lintas simpang Nonongan arah 13	43
Gambar 4.6.d. Volume lalu lintas simpang Nonongan arah 21	43
Gambar 4.6.e. Volume lalu lintas simpang Nonongan arah 22.	44
Gambar 4.7. Pembagian fase simpang Luwes	44
Gambar 4.8. Pembagian fase simpang Pasar Pon.	45
Gambar 4.9. Pembagian fase simpang Nonongan	45
Gambar 4.10. Geometrik simpang Luwes.	46
Gambar 4.11. Dimensi geometrik simpang Pasar Pon.	47
Gambar 4.12. Dimensi geometrik simpang Nonongan.	47
Gambar 4.13. Panjang ruas antar simpang.	48
Gambar 4.14. Arus lalu lintas pada simpang Luwes.	49
Gambar 4.15. Arus lalu lintas pada simpang Pasar Pon	50
Gambar 4.16. Arus lalu lintas pada simpang Nonongan	50
Gambar 4.17. Nomor kodifikasi ruas.	51
Gambar 4.18. Korelasi Pendekatan MKJI ke TRANSYT untuk Derajat Kejenuhan simpang Luwes pendekat Jl. S Riyadi..	53
Gambar 4.19. Korelasi Pendekatan MKJI ke TRANSYT untuk Derajat Kejenuhan simpang Luwes pendekat Jl. Gajah Mada..	54
Gambar 4.20. Korelasi Pendekatan MKJI ke TRANSYT untuk Derajat Kejenuhan simpang Ps. Pon pendekat Jl. S Riyadi.	54
Gambar 4.21. Korelasi Pendekatan MKJI ke TRANSYT untuk Derajat Kejenuhan simpang Ps. Pon pendekat Jl. G. Subroto.	54
Gambar 4.22. Korelasi Pendekatan MKJI ke TRANSYT untuk Derajat Kejenuhan simpang Nonongan pendekat Jl. S. Riyadi	55
Gambar 4.23. Korelasi Pendekatan MKJI ke TRANSYT untuk Derajat Kejenuhan simpang Nonongan pendekat Jl. Honggowongso.	55
Gambar 4.24. Korelasi Pendekatan MKJI ke TRANSYT untuk Tundaan simpang Luwes pendekat Jl. S Riyadi.	55
Gambar 4.25. Korelasi Pendekatan MKJI ke TRANSYT untuk Tundaan simpang Luwes pendekat Jl. G. Mada..	56

Gambar 4.26	Korelasi Pendekatan MKJI ke TRANSYT untuk Tundaan simpang Ps. Pon pendekat Jl. S Riyadi..	56
Gambar 4.27	Korelasi Pendekatan MKJI ke TRANSYT untuk Tundaan simpang Ps. Pon pendekat Jl. G. Subroto.	56
Gambar 4.28	Korelasi Pendekatan MKJI ke TRANSYT untuk Tundaan simpang Nonongan pendekat Jl. S. Riyadi.	57
Gambar 4.29	Korelasi Pendekatan MKJI ke TRANSYT untuk Tundaan simpang Nonongan pendekat Jl. H. Wongso.	57
Gambar 4.30	Korelasi Pendekatan MKJI ke TRANSYT untuk Antrian simpang Luwes pendekat Jl. S. Riyadi	57
Gambar 4.31	Korelasi Pendekatan MKJI ke TRANSYT untuk Antrian simpang Luwes pendekat Jl. Gajah Mada.	58
Gambar 4.32	Korelasi Pendekatan MKJI ke TRANSYT untuk Antrian simpang Pasar Pon pendekat Jl. S. Riyadi..	58
Gambar 4.33	Korelasi Pendekatan MKJI ke TRANSYT untuk Antrian simpang Pasar Pon pendekat Jl. Gatot Subroto.	58
Gambar 4.34	Korelasi Pendekatan MKJI ke TRANSYT untuk Antrian simpang Nonongan pendekat Jl. Slamet Riyadi.	59
Gambar 4.35	Korelasi Pendekatan MKJI ke TRANSYT untuk Antrian simpang Nonongan pendekat Jl. Honggowongso.	59
Gambar 4.36	Korelasi Pendekatan MKJI ke TRANSYT untuk Derajat Kejenuhan pada ruas utama (Jl. Slamet Riyadi)	59
Gambar 4.37	Korelasi Pendekatan MKJI ke TRANSYT untuk tundaan pada ruas utama (Jl. Slamet Riyadi).	60
Gambar 4.38	Korelasi Pendekatan MKJI ke TRANSYT untuk Antrian pada ruas utama (Jl. Slamet Riyadi).	60
Gambar 4.39	Korelasi Pendekatan MKJI ke TRANSYT untuk Derajat Kejenuhan pada ruas minor.	60
Gambar 4.40	Korelasi Pendekatan MKJI ke TRANSYT untuk Tundaan pada ruas minor.	61
Gambar 4.41	Korelasi Pendekatan MKJI ke TRANSYT untuk Antrian pada ruas minor.	61
Gambar 4.42	Korelasi Pendekatan MKJI ke TRANSYT untuk Derajat	

Kejuhan pada seluruh ruas	61
Gambar 4.43 Korelasi Pendekatan MKJI ke TRANSYT untuk Tundaan pada seluruh ruas	62
Gambar 4.44 Korelasi Pendekatan MKJI ke TRANSYT untuk Antrian pada seluruh ruas.	62
Gambar 4.45 Korelasi TRANSYT ke Pendekatan MKJI untuk DS di Simpang Luwes Pendekat Jl. S Riyadi.	63
Gambar 4.46 Korelasi TRANSYT ke Pendekatan MKJI untuk DS di Simpang Luwes Pendekat Jl. Gajah Mada	63
Gambar 4.47 Korelasi TRANSYT ke Pendekatan MKJI untuk DS di simpang Pasar Pon pendekat Jl. Slamet Riyadi	63
Gambar 4.48 Korelasi TRANSYT ke Pendekatan MKJI untuk DS di simpang Pasar Pon pendekat Jl. G.Subroto.	64
Gambar 4.49 Korelasi TRANSYT ke Pendekatan MKJI untuk DS di simpang Nonongan pendekat Jl. Slamet Riyadi.	64
Gambar 4.50 Korelasi TRANSYT ke Pendekatan MKJI untuk DS di simpang Nonongan pendekat Jl. H. Wongso.	64
Gambar 4.51 Korelasi TRANSYT ke Pendekatan MKJI untuk Tundaan di simpang Luwes pendekat Jl. Slamet Riyadi.	65
Gambar 4.52 Korelasi TRANSYT ke Pendekatan MKJI untuk Tundaan di simpang Luwes pendekat Jl. Gajah Mada	65
Gambar 4.53 Korelasi TRANSYT ke Pendekatan MKJI untuk Tundaan di simpang Pasar Pon pendekat Jl. Slamet Riyadi	65
Gambar 4.54 Korelasi TRANSYT ke Pendekatan MKJI untuk Tundaan di simpang Pasar Pon pendekat Jl. G. Subroto.	66
Gambar 4.55 Korelasi TRANSYT ke Pendekatan MKJI untuk Tundaan di simpang Nonongan pendekat Jl. Slamet Riyadi.	66
Gambar 4.56 Korelasi TRANSYT ke Pendekatan MKJI untuk Tundaan di simpang Nonongan pendekat Jl. H. Wongso.	66
Gambar 4.57 Korelasi TRANSYT ke Pendekatan MKJI untuk Antrian di simpang Luwes pendekat Jl. Slamet Riyadi.	67
Gambar 4.58 Korelasi TRANSYT ke Pendekatan MKJI untuk Antrian di simpang Luwes pendekat Jl. Gajah Mada.	67

Gambar 4.59	Korelasi TRANSYT ke Pendekatan MKJI untuk Antrian di simpang Pasar Pon pendekat Jl. Slamet Riyadi.	67
Gambar 4.60	Korelasi TRANSYT ke Pendekatan MKJI untuk Antrian di simpang Pasar Pon pendekat Jl. Gatot Subroto.	68
Gambar 4.61	Korelasi TRANSYT ke Pendekatan MKJI untuk Antrian di simpang Nonongan pendekat Jl. Slamet Riyadi.	68
Gambar 4.62	Korelasi TRANSYT ke Pendekatan MKJI untuk Antrian di simpang Nonongan pendekat Jl. H. Wongso.	68
Gambar 4.63	Korelasi TRANSYT ke Pendekatan MKJI untuk DS Ruas Utama.	69
Gambar 4.64	Korelasi TRANSYT ke Pendekatan MKJI untuk Tundaan Ruas Utama.	69
Gambar 4.65	Korelasi TRANSYT ke Pendekatan MKJI untuk Antrian Ruas Utama.	69
Gambar 4.66	Korelasi TRANSYT ke Pendekatan MKJI untuk Derajat Kejenuhan Ruas Minor.	70
Gambar 4.67	Korelasi TRANSYT ke Pendekatan MKJI untuk Tundaan Ruas Minor.	70
Gambar 4.68	Korelasi TRANSYT ke Pendekatan MKJI untuk Antrian Ruas Minor.	70
Gambar 4.69	Korelasi TRANSYT ke Pendekatan MKJI untuk Derajat Kejenuhan.	71
Gambar 4.70	Korelasi TRANSYT ke Pendekatan MKJI untuk Tundaan	71
Gambar 4.71	Korelasi TRANSYT ke Pendekatan MKJI untuk Antrian.	71
Gambar 4.72	Pola DS hasil Pendekatan MKJI dan TRANSYT pada ruas utama.	72
Gambar 4.73	Pola DS hasil Pendekatan MKJI dan TRANSYT pada ruas minor	72
Gambar 4.74	Pola Tundaan hasil Pendekatan MKJI dan TRANSYT pada ruas utama	73
Gambar 4.75	Pola Tundaan hasil Pendekatan MKJI dan TRANSYT pada ruas minor.	73
Gambar 4.76	Pola Antrian hasil P-MKJI dan TRANSYT pada ruas utama.	74
Gambar 4.77	Pola Antrian hasil Pendekatan MKJI dan TRANSYT pada ruas minor	74

Gambar 4.78	Perbedaan Tundaan antara TRANSYT dan MKJI untuk nilai DS = 0,0 s/d 0,5.	76
Gambar 4.79	Perbedaan Tundaan antara TRANSYT dan MKJI untuk nilai DS = 0,5 s/d 1,0	76
Gambar 4.80	Perbedaan Tundaan antara TRANSYT dan MKJI untuk nilai DS = 1,0 s/d 1,5.	77
Gambar 4.81	Perbedaan Tundaan antara TRANSYT dan MKJI untuk nilai DS = 1,5 s/d 2,0.	77
Gambar 4.82	Perbedaan Antrian antara TRANSYT dan MKJI untuk nilai DS = 0,0 s/d 0,5.	79
Gambar 4.83	Perbedaan Antrian antara TRANSYT dan MKJI untuk nilai DS = 0,5 s/d 1,0.	79
Gambar 4.84	Perbedaan Antrian antara TRANSYT dan MKJI untuk nilai DS = 1,0 s/d 1,5	79
Gambar 4.85	Perbedaan Antrian antara TRANSYT dan MKJI untuk nilai DS = 1,5 s/d 2,0.	80
Gambar 4.86	DS hasil Pendekatan MKJI dan Program Konversi TRANSYT ke Pendekatan MKJI pada ruas utama.	85
Gambar 4.87	Tundaan hasil Pendekatan MKJI dan Program Konversi TRANSYT ke Pendekatan MKJI pada ruas utama.	85
Gambar 4.88	Antrian hasil Pendekatan MKJI dan Program Konversi TRANSYT ke Pendekatan MKJI pada ruas utama..	85
Gambar 4.89	DS hasil TRANSYT dan Program Konversi Pendekatan MKJI ke TRANSYT pada ruas utama..	87
Gambar 4.90	Tundaan hasil TRANSYT dan Program Konversi Pendekatan MKJI ke TRANSYT pada ruas utama..	88
Gambar 4.91	Antrian hasil TRANSYT dan Program Konversi Pendekatan MKJI ke TRANSYT pada ruas utama	88

DAFTAR LAMBANG DAN SINGKATAN

Lambang

a	jumlah baris antrian.
C	kapasitas (smp/jam)
c	waktu siklus (detik)
D	total tundaan per-siklus (kendaraan-jam).
\bar{D}	rata-rata waktu tunda per kendaraan (detik/smp)
DG	tundaan geometri rata-rata pada suatu pendekat (det/smp)
DS	derajat kejenuhan
DT	tundaan lalu lintas rata-rata pada suatu pendekat (det/smp)
d	tundaan rata-rata per kendaraan. (det/smp)
d_m	maksimum tundaan per kendaraan. (det/smp)
F	arus maksimum yang dapat meninggalkan suatu pendekat (smp/jam)
f	rata-rata kedatangan pada suatu pendekat (smp/jam)
GR	rasio hijau (waktu hijau / waktu siklus)
g	waktu hijau efektif (detik)
j	jarak rata-rata antrian kendaraan. (m)
N	jumlah antrian kendaraan pada periode hijau, (smp).
NQ	jumlah rata-rata antrian (smp)
NQ_{max}	Jumlah rata-rata antrian maksimum (smp)
$NQ1$	jumlah smp yang tertinggal dari fase hijau sebelumnya (det/smp)
$NQ2$	jumlah smp yang datang selama fase merah (det/smp)
P_q	proporsi waktu siklus dengan antrian.
P_s	proporsi kendaraan terhenti.
p_{sv}	rasio kendaraan terhenti pada suatu pendekat
p_r	rasio kendaraan membelok pada suatu pendekat
Q	arus lalu lintas pada pendekat tersebut (smp/det)
\bar{Q}	rata-rata jumlah kendaraan dalam suatu antrian.(smp)
QL	panjang antrian (m)
Q_m	jumlah maksimum kendaraan dalam suatu antrian. (smp)
q	arus lalu lintas (kendaraan/detik)

r	lama waktu merah, (detik).
s	arus jenuh (smp/jam)
T	durasi arus lalu lintas yang waktu sinyalnya ditinjau (jam).
t_0	waktu dari awal hijau sampai antrian habis.(det)
v	kecepatan kendaraan pada pendekat (m/det).
W_{masuk}	lebar pendekat masuk (m)
λ	proporsi siklus lampu hijau efektif untuk fase yang dipertimbangkan

Singkatan

DPU	Departemen Pekerjaan Umum
KAJI	Kapasitas Jalan Indonesia
MKJI	Manual Kapasitas Jalan Indonesia
P-MKJI	Pendekatan Manual Kapasitas Jalan Indonesia
smp	Satuan mobil penumpang
TRANSYT	<i>Traffic Network Study Tool</i>

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1. Volume lalu lintas masing-masing simpang	
Tabel 1.1.a. Arus lalu lintas simpang Luwes arah 11	94
Tabel 1.1.b. Arus lalu lintas simpang Luwes arah 12	95
Tabel 1.1.c. Arus lalu lintas simpang Luwes arah 13	96
Tabel 1.1.d. Arus lalu lintas simpang Luwes arah 21	97
Tabel 1.1.e. Arus lalu lintas simpang Luwes arah 22	98
Tabel 1.2.a. Arus lalu lintas simpang Pasar Pon arah 11	99
Tabel 1.2.b. Arus lalu lintas simpang Pasar Pon arah 12	100
Tabel 1.2.c. Arus lalu lintas simpang Pasar Pon arah 21	101
Tabel 1.2.d. Arus lalu lintas simpang Pasar Pon arah 22	102
Tabel 1.3.a. Arus lalu lintas simpang Nonongan arah 11	103
Tabel 1.3.b. Arus lalu lintas simpang Nonongan arah 12	104
Tabel 1.3.c. Arus lalu lintas simpang Nonongan arah 13	105
Tabel 1.3.d. Arus lalu lintas simpang Nonongan arah 21	106
Tabel 1.3.e. Arus lalu lintas simpang Nonongan arah 22	107
Lampiran 2. Kinerja hasil keluaran Software Transyt	
1. Hasil optimasi siklus jam 06.30 – 07.30	108
2. Hasil optimasi siklus jam 07.30 – 08.30	109
3. Hasil optimasi siklus jam 08.30 – 09.30	110
4. Hasil optimasi siklus jam 09.30 – 10.30	111
5. Hasil optimasi siklus jam 10.30 – 11.30	112
6. Hasil optimasi siklus jam 11.30 – 12.30	113
7. Hasil optimasi siklus jam 12.30 – 13.30	114
8. Hasil optimasi siklus jam 13.30 – 14.30	115
9. Hasil optimasi siklus jam 14.30 – 15.30	116
10. Kinerja simpang terkoordinasi jam 06.30 – 07.30	117
11. Kinerja simpang terkoordinasi jam 07.30 – 08.30	118
12. Kinerja simpang terkoordinasi jam 08.30 – 09.30	119
13. Kinerja simpang terkoordinasi jam 09.30 – 10.30	120
14. Kinerja simpang terkoordinasi jam 10.30 – 11.30	121
15. Kinerja simpang terkoordinasi jam 11.30 – 12.30	122

16. Kinerja simpang terkoordinasi jam 12.30 – 13.30	123
17. Kinerja simpang terkoordinasi jam 13.30 – 14.30	124
18. Kinerja simpang terkoordinasi jam 14.30 – 15.30	125

Lampiran 3. Kinerja hasil rekap keluaran pendekatan MKJI

1. Form SIG-1 simpang Luwes jam 06.30 – 07.30	126
2. Form SIG-2 simpang Luwes jam 06.30 – 07.30	127
3. Form SIG-3 simpang Luwes jam 06.30 – 07.30	128
4. Form SIG-4 simpang Luwes jam 06.30 – 07.30	129
5. Form SIG-5 simpang Luwes jam 06.30 – 07.30	130
6. Form SIG-1 simpang Pasar Pon jam 06.30 – 07.30	131
7. Form SIG-2 simpang Pasar Pon jam 06.30 – 07.30	132
8. Form SIG-3 simpang Pasar Pon jam 06.30 – 07.30	133
9. Form SIG-4 simpang Pasar Pon jam 06.30 – 07.30	134
10. Form SIG-5 simpang Pasar Pon jam 06.30 – 07.30	135
11. Form SIG-1 simpang Nonongan jam 06.30 – 07.30	136
12. Form SIG-2 simpang Nonongan jam 06.30 – 07.30	137
13. Form SIG-3 simpang Nonongan jam 06.30 – 07.30	138
14. Form SIG-4 simpang Nonongan jam 06.30 – 07.30	139
15. Form SIG-5 simpang Nonongan jam 06.30 – 07.30	140
16. Rekap hasil optimasi siklus simpang Luwes, Ps. Pon dan simp. Terkoordinasi	141
17. Rekap hasil optimasi siklus simpang Nonongan	142

Lampiran 4. Formulir survei

Tabel 1. Format pencacahan lalu lintas di lapangan	143
Tabel 2. Format rekapitulasi data lapangan	143
Tabel 3. Format data fase dan waktu siklus	144
Gambar 1. Format lapangan data geometrik simpang	145

Lampiran 5. Program konversi.

1. Alur program konversi	146
2. List program konversi	147
3. Contoh file input program konversi untuk TRANSYT ke P-MKJI	156
4. Output program konversi untuk TRANSYT ke Pendekatan MKJI	157
5. Output program konversi untuk Pendekatan MKJI ke TRANSYT	158

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Kalau mau membahas permasalahan dibidang manajemen lalu lintas tidak disarankan dilakukan secara parsial. Oleh karena itulah dalam membuat rencana manajemen lalu lintas diharapkan mencakup seluruh aspek dengan pendekatan yang terintegrasi dan memperhatikan faktor-faktor yang terkait. Tujuannya agar didapatkan efisiensi perjalanan, keselamatan, kualitas lingkungan, dan efisiensi energi.

Permasalahan yang berupa kemacetan ataupun kinerja (*performance*) yang jelek, solusi secara sederhana dapat dilakukan dengan menaikkan kapasitas atau mengurangi volume lalu lintas. Kapasitas dapat diperbaiki dengan jalan mengurangi gangguan. Karena ruang jalan pada persimpangan digunakan bersama-sama, maka problem keselamatan biasanya timbul pada persimpangan dan kapasitas ruas jalan biasanya dibatasi oleh kapasitas persimpangan. Sehingga bisa dikatakan bahwa keselamatan dan kapasitas jalan sangat ditentukan oleh persimpangan. Artinya persimpangan merupakan hal utama yang harus diperhatikan dalam manajemen lalu lintas.

Banyaknya problem yang terjadi pada persimpangan sebagai akibat dari adanya pergerakan kendaraan yang berkonflik satu sama lain, dapat diperkecil dengan menggunakan metoda kontrol tertentu. Penggunaan metoda kontrol tertentu biasanya dijustifikasi dengan jalan pengurangan pada keterlambatan/ tundaan dan kecelakaan. Salah satu metoda kontrol yang bisa digunakan adalah dengan menggunakan sinyal lalu lintas. Metoda sinyal lebih disukai apabila arus lebih tinggi pada beberapa lengan dibanding yang lain, ruang terbatas, adanya kemungkinan koordinasi sinyal lalu lintas, gerakan membelok rendah, dan jumlah *stage* rendah.

Efek dari penggunaan sinyal pada simpang, adalah mengumpulnya kendaraan dalam bentuk antrian dibelakang garis henti. Bila antrian ini dilepas setelah menerima lampu hijau, maka kendaraan mula-mula akan bergerak dalam bentuk kumpulan (*platoon*). Dengan adanya kecepatan yang berbeda antar kendaraan, menjadikan beberapa kendaraan akan ada yang bergerak lebih cepat dan ada yang lebih lambat dibandingkan dengan yang lain. Sehingga makin jauh jarak yang ditempuh, kumpulan akan hilang.

Pada beberapa kasus simpang di jalan-jalan utama, peristiwa adanya pengumpulan kendaraan yang bergerak sepanjang ruas jalan yang menghubungkan dua atau lebih

simpang bersinyal bisa mengakibatkan besarnya total keterlambatan bila tidak ada koordinasi sinyal sepanjang ruas jalan utama tersebut. Untuk menghitung kinerja simpang yang berupa antrian dan tundaan bukanlah pekerjaan yang sederhana, apalagi bila memperhitungkan beberapa simpang bersinyal yang terkoordinasi. Untuk memudahkan perhitungan kinerja simpang bersinyal tunggal maupun terkoordinasi, telah dibuat beberapa perangkat lunak (*software*) yang bisa digunakan bagi para praktisi. Salah satu *software* yang sering digunakan adalah TRANSYT (*Traffic Network Study Tool*) yang bisa digunakan untuk perhitungan simpang bersinyal tunggal dan simpang bersinyal terkoordinasi. Pada tahun 1997, di Indonesia melalui Dirjen. Bina Marga mengeluarkan Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI) dengan perangkat lunaknya diberi nama Kapasitas Jalan Indonesia (KAJI) yang hanya bisa dipergunakan untuk perhitungan simpang bersinyal tunggal.

1.2. Rumusan Masalah

Perbaikan kinerja simpang bersinyal, sering tidak tuntas. Kinerja satu simpang bersinyal diperbaiki, kinerja simpang lainnya menurun, seolah-olah konflik tidak hilang akan tetapi berpindah. Oleh karena itu untuk menyelesaikan suatu kasus simpang bersinyal diperlukan ketelitian dalam menghadapi kasus tersebut. Salah satu metoda yang biasa digunakan adalah dengan menggunakan perhitungan kinerja simpang bersinyal secara terkoordinasi. Hanya saja sampai sekarang, pendekatan yang ada dalam MKJI belum sampai menyangkut simpang terkoordinasi. Padahal menurut peneliti sebelumnya (Hendratmoko, 2000), perhitungan berdasarkan pendekatan MKJI dibandingkan dengan pendekatan TRANSYT untuk simpang bersinyal tunggal lebih mendekati kondisi sebenarnya pada kasus di Indonesia dengan tingkat perbedaan yang cukup signifikan. Untuk simpang bersinyal terkoordinasi cukup signifikankah cara ini, nampaknya perlu diteliti lebih jauh lagi.

1.3. Maksud dan Tujuan Penelitian

1.3.1 Maksud

Penelitian ini dimaksudkan untuk:

1. Mengkaji masalah simpang bersinyal terkoordinasi.
2. Menganalisa pengaruh koordinasi simpang bersinyal.

3. Membandingkan kinerja simpang terkoordinasi berdasarkan pendekatan MKJI dengan TRANSYT.
4. Mempermudah penghitungan konversi antara TRANSYT - pendekatan MKJI.

1.3.2 Tujuan

Penelitian ini ditujukan untuk:

1. Mendapatkan waktu siklus optimal berdasarkan pendekatan MKJI dan TRANSYT pada simpang terkoordinasi.
2. Mendapatkan nilai kinerja simpang yang berupa derajat kejenuhan, tundaan dan antrian berdasarkan pendekatan MKJI dan TRANSYT pada simpang terkoordinasi.
3. Mendapatkan nilai korelasi kinerja simpang terkoordinasi antara pendekatan MKJI dan TRANSYT.
4. Mendapatkan program konversi antara pendekatan MKJI dengan TRANSYT.

1.4. Batasan Penelitian

Dengan keterbatasan waktu dan sumber daya yang ada, maka penelitian ini dibatasi yang meliputi:

1. Data diambil dari survai langsung di jalan Slamet Riyadi Surakarta (kondisi saat ini/ saat penelitian dibuat) pada simpang Sami Luwes, simpang Pasar Pon, dan simpang Nonongan. Adapun lokasinya diperlihatkan dalam Gambar 1.1.
2. Dalam analisis data, digunakan software KAJI dengan pendekatan MKJI dan TRANSYT.

1.5. Sistematika Penulisan

1.5.1 Pendahuluan

Bab ini berisi permasalahan yang hendak dibahas, termasuk didalamnya latar belakang, tujuan, serta tempat penelitian yang akan dilakukan. Sasaran penelitian merupakan bagian akhir dari Bab I ini, yang isinya berupa sasaran-sasaran dari penelitian.

1.5.2 Tinjauan Pustaka

Tinjauan pustaka berisi tentang uraian-uraian teoritis sistematis mengenai variabel-variabel yang digunakan, hubungan antar variabel dan tingkat relevansinya.



MAGISTER
TEKNIK SIPIL
UNIV. DIPONEGORO

PETA
JARINGAN JALAN
KOTA SURAKARTA

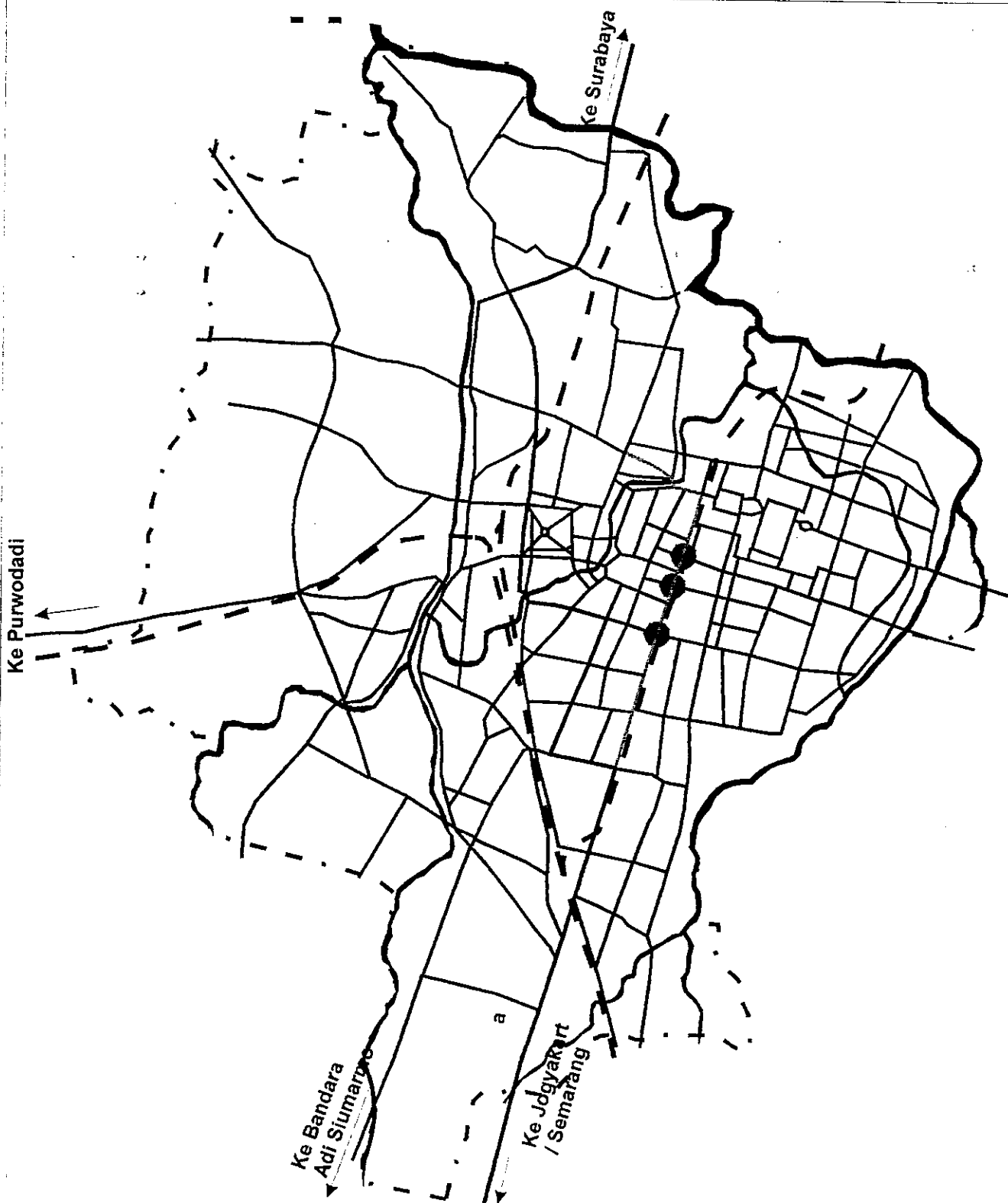
Slamet Jauhari Legowo
L 4A098039

KETERANGAN:

- Arteri Primer
- Arteri Sekunder
- Simpang yang diteliti
- Sungai
- - - Jalan kereta api
- . - Batas kota Surakarta



SKALA :



Gambar 1.1 Lokasi Penelitian

1.5.3 Metodologi Penelitian

Bagian ini berisi tentang uraian data dan metoda, batasan-batasan serta asumsi-asumsi yang akan digunakan dalam penelitian.

1.5.4 Hasil dan Pembahasan

Bab ini merupakan bagian yang sangat penting yang memuat tentang hubungan sebab akibat antar variabel, interpretasi hasil serta implikasi teoritis dan praktis dari hasil penelitian.

1.5.5 Kesimpulan

Kesimpulan ini berisi tentang jawaban dari semua permasalahan-permasalahan yang diteliti dan diamati. Termasuk didalamnya berupa saran-saran dan rekomendasi yang didasarkan dari hasil penelitian.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Lingkup dan Tujuan Pengaturan Simpang Bersinyal

Simpang bersinyal dalam kaitannya dengan konsep kapasitas, perlu dipertimbangkan adanya alokasi waktu pada simpang bersinyal tersebut. Dalam suatu sinyal lalu lintas secara prinsip mengalokasikan waktu selama terjadinya konflik pergerakan arus lalu lintas dimana mereka mencari kebutuhan ruang yang sama. Cara pengalokasian waktu ini sangat memberikan dampak yang sangat signifikan pada kapasitas simpang, dan jalan-jalan pendekatnya.

Metodologi yang digunakan dalam perhitungan kinerja simpang bersinyal didasarkan pada kapasitasnya, tingkat pelayanan pada pendekat, dan tingkat pelayanan pada simpang. Evaluasi kapasitas dilihat berdasarkan perbandingan antara arus yang terjadi dengan kapasitasnya. Sedangkan tingkat pelayanan dievaluasi berdasarkan rata-rata tundaan henti tiap kendaraan.

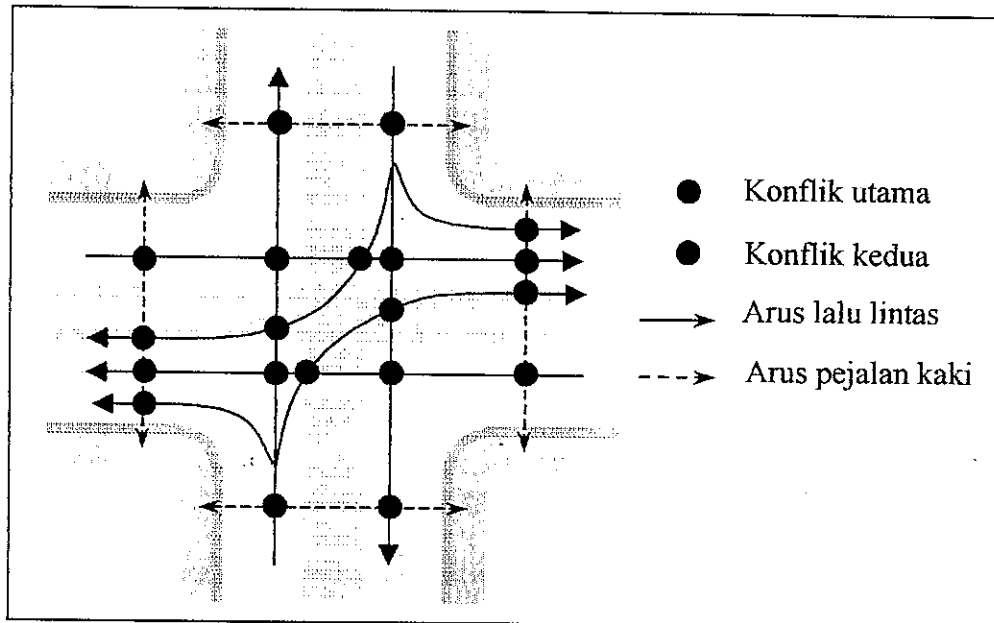
Pada umumnya sinyal lalu lintas dipergunakan untuk satu atau lebih dari alasan berikut:

1. Menghindari kemacetan simpang akibat adanya konflik arus lalu lintas, sehingga terjamin bahwa suatu kapasitas tertentu dapat dipertahankan, bahkan selama kondisi lalu lintas jam puncak.
2. Memberi kesempatan kepada kendaraan dan/ atau pejalan kaki dari jalan simpang (kecil) untuk memotong jalan utama.
3. Mengurangi jumlah kecelakaan lalu lintas akibat bertemunya antar kendaraan dari arah yang bertentangan. (Dep. Pek. Umum, 1990).

2.2. Karakteristik Simpang

Sebagian besar fasilitas jalan, kapasitas dan tingkat kinerja adalah fungsi dari keadaan geometrik dan tuntutan lalu lintas. Dengan menggunakan sinyal lalu lintas, kapasitas simpang dapat didistribusikan pada berbagai pendekat dengan cara mengalokasikan waktu hijau pada masing-masing pendekatnya. Penggunaan sinyal lalu lintas dimaksudkan untuk memisahkan lintasan dari gerakan-gerakan lalu lintas yang datang dari arah yang saling berpotongan (konflik-konflik utama). Sinyal lalu lintas dapat juga digunakan untuk memisahkan arus lalu lintas lurus dengan arus yang melakukan gerakan membelok, atau

untuk memisahkan gerakan lalu lintas membelok dari pejalan kaki yang menyeberang (konflik kedua). Gambaran secara jelas diperlihatkan dalam Gambar 2.1.



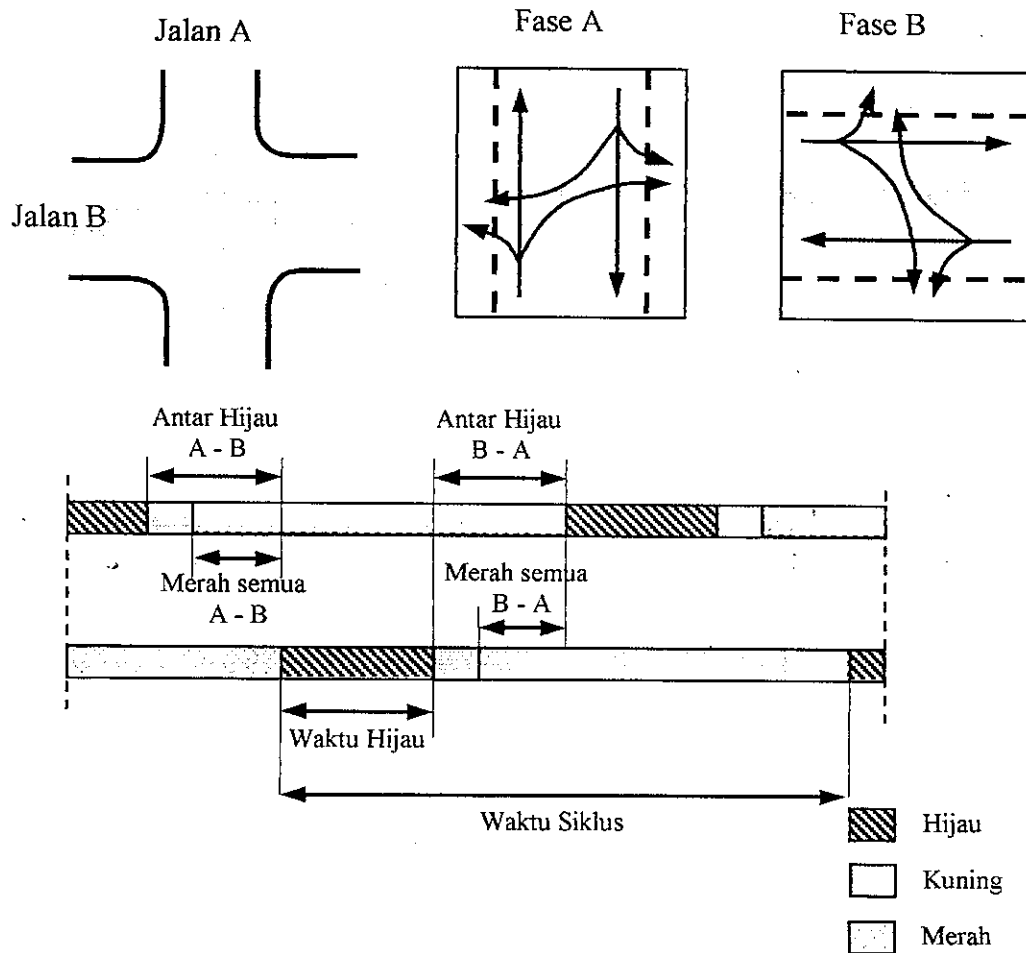
Gambar 2.1 Titik konflik pada simpang empat lengan.

2.3. Karakteristik Sinyal Lalu Lintas

Jika hanya konflik primer yang dipisahkan, maka adalah mungkin untuk mengatur sinyal lalu lintas hanya dengan dua fase. Masing-masing sebuah untuk jalan yang berpotongan sebagaimana ditunjukkan dalam Gambar 2.2. Metoda ini selalu dapat diterapkan jika gerakan belok kanan dalam suatu simpang telah dilarang. Karena pengaturan dua fase memberikan kapasitas tertinggi dalam beberapa kejadian, maka pengaturan tersebut disarankan sebagai dasar dalam kebanyakan analisa sinyal lalu lintas.

Warna nyala sinyal yang umum digunakan adalah hijau, kuning, dan merah. Untuk mendapatkan kapasitas pengaliran dan tundaan yang optimal, diperlukan pengaturan lama nyala sinyal masing-masing lampu. Beberapa istilah dalam pengendalian waktu nyala lampu dengan pengaturan dua fase juga diperlihatkan dalam Gambar 2.2. Maksud dari periode antar hijau (*Inter Green Time* = kuning + merah semua) diantara dua fase yang berurutan adalah untuk memperingatkan lalu lintas yang sedang bergerak bahwa fase sudah berakhir, dan untuk menjamin agar kendaraan terakhir pada fase hijau yang baru saja diakhiri memperoleh waktu yang cukup untuk keluar dari daerah konflik sebelum kendaraan pertama dari fase berikutnya memasuki daerah yang sama. Fungsi pertama

dipenuhi oleh waktu kuning, sedangkan fungsi kedua dipenuhi oleh waktu merah semua (yang berguna sebagai waktu pengosongan antara dua fase).



Gambar 2.2 Urutan waktu pada pengaturan sinyal dengan dua fase.

Waktu merah dan waktu kuning pada umumnya ditetapkan sebelumnya dan tidak berubah selama periode operasi. Jika waktu hijau dan waktu siklus juga ditetapkan sebelumnya, maka dikatakan sinyal tersebut dioperasikan secara kendali waktu tetap (*fixed time control*). Dalam sistem yang lama, pola waktu yang sama digunakan sepanjang hari/minggu. Pada sistem yang lebih baru, rencana waktu sinyal yang berbeda ditetapkan sebelumnya, dan digunakan untuk kondisi yang berbeda pula. Misalnya, pengaturan periode nyala lampu untuk jam puncak/ sibuk (*peak hour*), berbeda dengan pengaturan periode nyala lampu jam lewat puncak/ sepi (*off peak*).

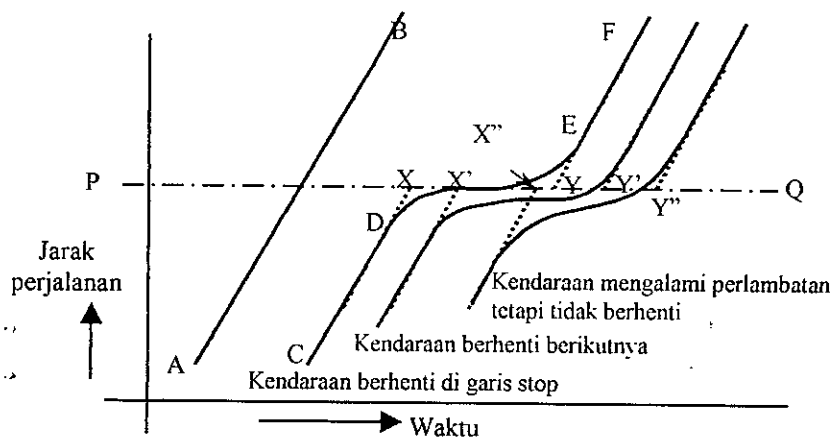
2.4. Beberapa Definisi dalam Simpang Bersinyal

Beberapa definisi umum yang perlu diketahui dalam permasalahan simpang bersinyal diantaranya:

- Tundaan (*delay*) adalah waktu tempuh tambahan yang diperlukan untuk melalui simpang apabila dibandingkan dengan lintasan tanpa melalui simpang (detik).
- Panjang antrian (*queue length*) adalah panjang antrian kendaraan dalam suatu pendekat (meter).
- Antrian (*queue*) adalah jumlah kendaraan yang antri dalam suatu pendekat (kendaraan; smp).
- Fase (*phase/ stage*) adalah bagian dari siklus sinyal dengan lampu hijau disediakan bagi kombinasi tertentu dari gerakan lalu lintas.
- Waktu siklus (*cycle time*) adalah waktu untuk urutan lengkap dari indikasi sinyal. (detik).
- Waktu hijau (*green time*) adalah waktu nyala lampu hijau dalam suatu pendekat (detik).
- Rasio hijau (*green ratio*) adalah perbandingan waktu hijau dan waktu siklus dalam suatu pendekat.
- Waktu merah semua (*all red*) adalah waktu dimana sinyal merah menyala bersamaan dalam pendekat-pendekat yang dilayani oleh dua fase sinyal yang berurutan (detik).
- Waktu antar hijau (*inter green time*) adalah periode kuning + merah semua antara dua fase sinyal yang berurutan (detik).
- Waktu hilang (*lost time*) adalah jumlah semua periode antar hijau dalam siklus yang lengkap, atau beda antara waktu siklus dengan jumlah waktu hijau dalam semua fase yang berurutan (detik).
- Derajat kejenuhan (*degree of saturation*) adalah rasio dari arus lalu lintas terhadap kapasitas untuk suatu pendekat.
- Arus jenuh (*saturation flow*) adalah besarnya keberangkatan antrian didalam suatu pendekat selama kondisi yang ditentukan (smp/ jam hijau).
- *Oversaturated* adalah suatu keadaan dimana volume kendaraan yang melewati suatu pendekat melebihi kapasitasnya.
- *Split* adalah persentase dari suatu waktu siklus yang dialokasikan pada setiap variasi fase dalam suatu siklus sinyal.
- Offset adalah hubungan waktu (dalam detik atau persen dari waktu siklus) yang ditentukan oleh perbedaan antara bagian interval dari suatu fase hijau terkoordinasi dan suatu titik referensi.

2.5. Tundaan (delay)

Tundaan merupakan salah satu variabel penting untuk menentukan kinerja simpang bersinyal. Besar kecilnya nilai tundaan akan mempunyai pengaruh terhadap besar kecilnya biaya operasi kendaraan, dampak lingkungan daerah sekitarnya, dan nilai waktu pengguna jalan. Trayektori kendaraan dalam simpang diperlihatkan dalam Gambar 2.3.



Gambar 2.3 Trayektori kendaraan

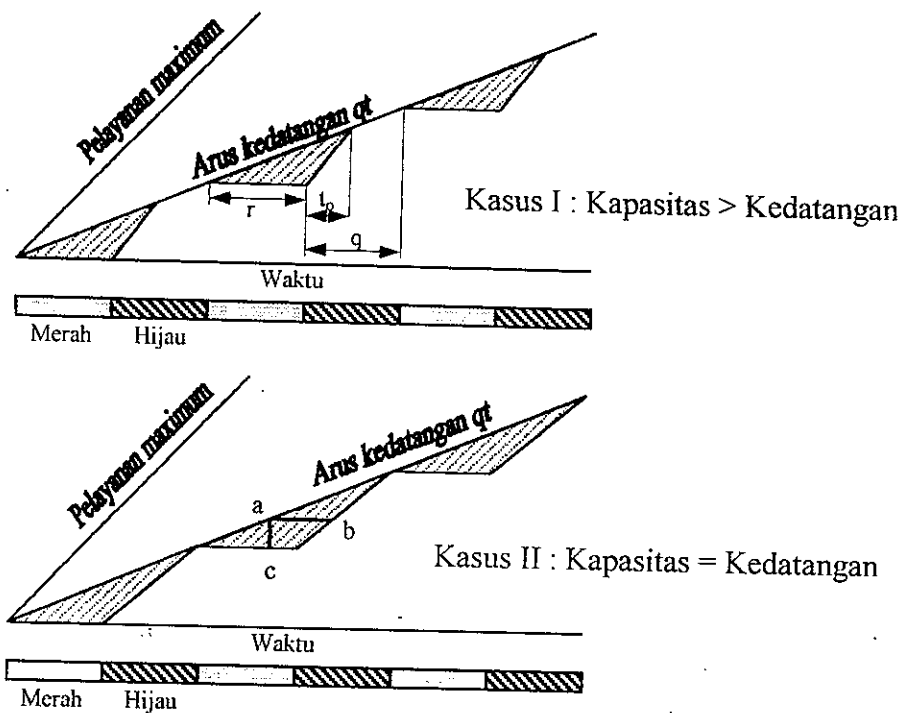
Garis AB adalah garis trayektori kendaraan yang tidak mengalami tundaan. Garis CDEF adalah kendaraan yang terhenti pada garis stop PQ. Proyeksi garis CD dan EF di garis PQ menunjukkan lama tundaan (XY). Sedangkan tundaan untuk kendaraan berikutnya, proyeksi di garis PQ adalah X'Y' dan X''Y''.

Fenomena tundaan suatu kaki simpang dimodelkan oleh May, 1990 (dalam Hendratmoko, 2000) dengan menggunakan pendekatan luasan suatu segitiga sebagaimana diilustrasikan dalam Gambar 2.4. Ada dua kasus yang dikemukakan. Untuk kasus pertama, terjadi pada kondisi dimana kapasitas lebih besar daripada kedatangan, sehingga terdapat periode waktu tertentu yang tidak terjadi tundaan. Dalam kasus kedua, adalah kondisi dimana kapasitas sama dengan kedatangan. Garis vertikal c-a menunjukkan jumlah kendaraan yang terhenti pada saat fase sinyal menunjukkan merah, sedangkan garis horizontal a-b menunjukkan jumlah waktu dari mulai kedatangan sampai keberangkatan tiap kendaraan.

Untuk menyelesaikan kedua kasus tersebut dibuat berdasarkan hubungan geometris.

Jika:

- t_0 : waktu dari awal hijau sampai antrian habis.
- P_q : proporsi waktu siklus dengan antrian.



Gambar 2.4 Model tundaan pada simpang menurut May, 1990.(dalam Hendratmoko, 2000).

- P_s : proporsi kendaraan terhenti.
- Q_m : jumlah maksimum kendaraan dalam suatu antrian.
- Q : rata-rata jumlah kendaraan dalam suatu antrian.
- D : total tundaan per-siklus (kendaraan-jam).
- d : tundaan rata-rata per kendaraan.
- d_m : maksimum tundaan per kendaraan

Untuk setiap waktu siklus, pada waktu t_0 setelah awal hijau, kedatangan sama dengan kepergian, berlaku:

$$q(r + t_0) = s t_0 \quad (2.1)$$

Jika $y = q/s$, maka:

$$t_0 = y r / (1 - y) \quad (2.2)$$

Sedangkan proporsi waktu siklus dengan antrian sama dengan waktu antrian/ waktu siklus:

$$P_q = (r + t_0) / c \quad (2.3)$$

Dan proporsi kendaraan terhenti sama dengan kendaraan terhenti/ total kendaraan per-siklus,:

$$q(r + t_0) / q(r + g) = t_0 / (y c) \quad (2.4)$$

Jumlah maksimum kendaraan dalam antrian terjadi pada titik tertinggi dari segitiga dalam satuan r setelah merah menyala:

$$Q_m = q r \quad (2.5)$$

Jumlah rata-rata kendaraan dalam antrian selama waktu siklus c adalah:

$$\bar{Q} = \frac{(qr/2)r + (qr/2)t_o + 0(g - t_o)}{r + t_o + g - t_o} = [(r + t_o)/c](qr/2) \quad (2.6)$$

Total tundaan :

$$\begin{aligned} D &= (q r / 2)(r + t_o) \\ &= (q r / 2)(r/(1-y)) \\ &= q r^2 / (2(1-y)) \end{aligned} \quad (2.7)$$

Rata-rata tundaan untuk setiap kendaraan adalah:

$$d = \left[\frac{q r^2}{2(1-y)} \right] \frac{1}{q c} = \frac{r^2}{2c(1-y)} \quad (2.8)$$

Jika jumlah kedatangan lebih besar daripada kepergian, maka akan terjadi suatu keadaan dimana antrian akan bertambah panjang sejalan dengan siklus. Untuk kondisi seperti ini, rumus tersebut diatas tidak berlaku.

Pendekatan lain yang lebih kompleks, dikemukakan oleh Webster (dalam Salter R.J, 1976) dengan rumus:

$$d = \frac{c(1-\lambda)^2}{2(1-\lambda x)} + \frac{x^2}{2q(1-x)} - 0,65 \left(\frac{c}{q^2} \right)^{1/3} x^{(2+5\lambda)} \quad (2.9)$$

d = rata-rata waktu tunda per kendaraan

c = waktu siklus

q = arus lalu lintas (kendaraan/detik)

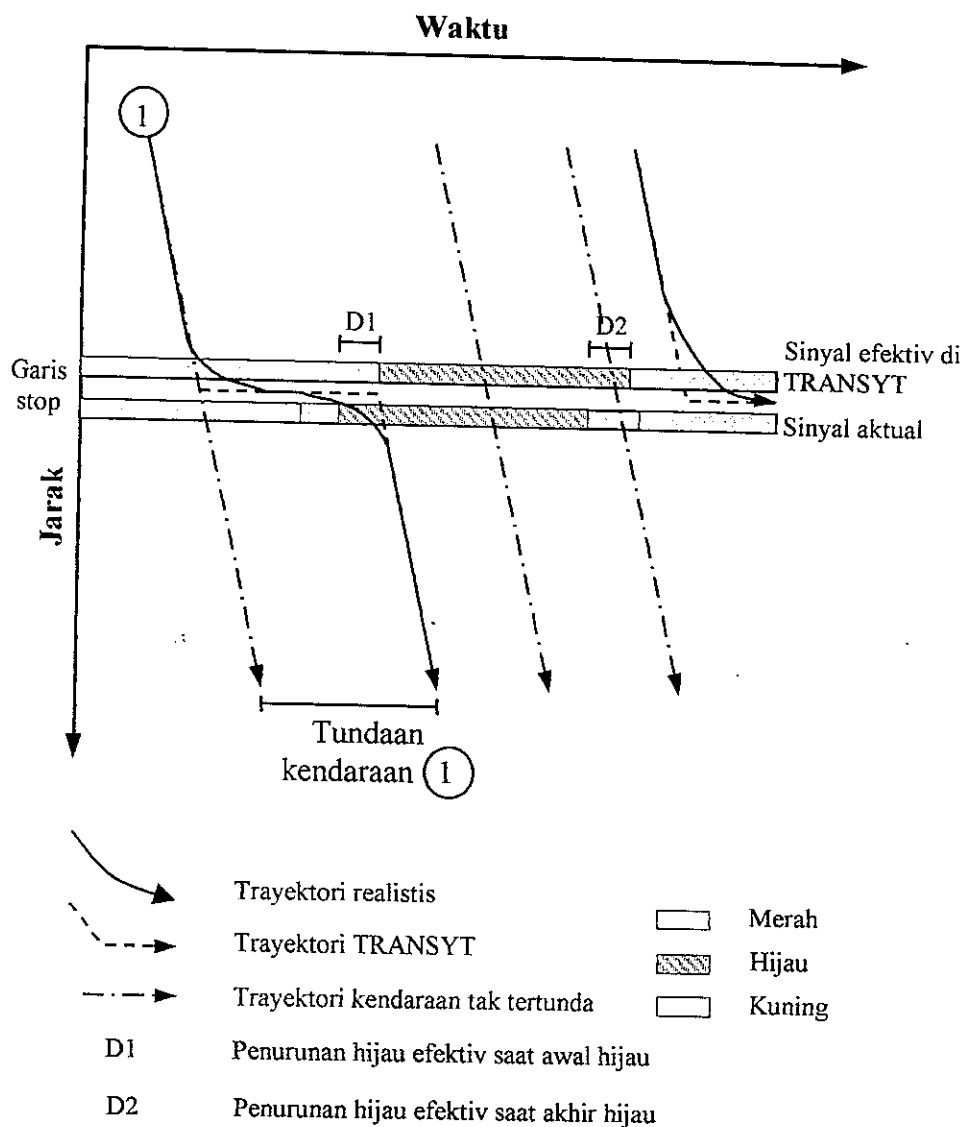
λ = proporsi siklus lampu hijau efektif untuk fase yang dipertimbangkan (yaitu g/c , bila g = waktu hijau efektif).

x = derajat kejenuhan; ini adalah rasio arus dengan arus maksimum yang mungkin pada keadaan sinyal yang diberikan (yaitu: $q/\lambda s$)

s = arus jenuh.

2.5.1. Tundaan Berdasarkan TRANSYT

Untuk mempermudah penyelesaian, permasalahan perilaku lalu lintas dalam program TRANSYT disederhanakan sebagaimana ditunjukkan dalam Gambar 2.5.

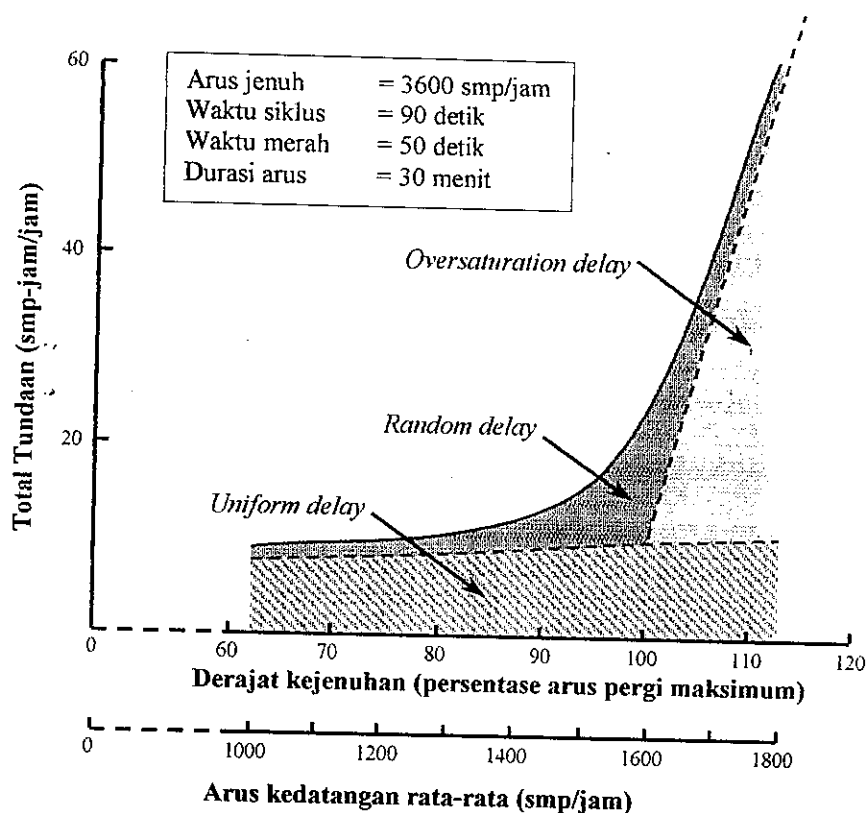


Gambar 2.5 Penyederhanaan perilaku lalu lintas dalam TRANSYT.

Tundaan pada program TRANSYT, dibagi dalam tiga kategori yaitu: *uniform delay rate*, *oversaturation delay rate* dan *random delay rate*. *Uniform delay rate* terjadi pada suatu pendekatan yang arus lalu lintasnya tidak melebihi kapasitasnya. Antrian yang terjadi (bertalian dengan tundaan) besarnya setara dengan arus lalu lintas yang datang pada setiap siklus.

Oversaturation delay rate terjadi pada suatu pendekatan yang arusnya melebihi kapasitasnya, besarnya antrian bertambah pada setiap siklus dimana kedatangan lebih besar daripada kepergiannya. Besarnya dihitung sebagai rata-rata antrian selama suatu periode pemodelan, atau antrian pada saat dimulainya pemodelan berharga nol dan pada akhir pemodelan berharga dua kali dari rata-rata.

Random delay rate yang tidak dihitung dalam *uniform delay rate* adalah tundaan yang diakibatkan oleh adanya variasi kedatangan arus lalu lintas dari suatu siklus ke siklus berikutnya, atau jumlah rata-rata smp yang gagal untuk meninggalkan suatu pendekat selama waktu hijau yang merupakan antrian awal pada permulaan waktu merah berikutnya. Ilustrasi tentang tundaan lalu lintas pada suatu pendekat diperlihatkan dalam Gambar 2.6.



Gambar 2.6 Tundaan lalu lintas pada suatu pendekat

Untuk menghitung jumlah dari *oversaturated* dan *random delay* digunakan rumusan sebagai berikut:

$$D = \frac{T}{4} \left\{ \left[(f - F)^2 + \frac{4f}{T} \right]^{1/2} + (f - F) \right\} \quad (2.10)$$

D = random + oversaturation delay rate

f = rata-rata kedatangan pada suatu pendekat (smp/jam)

F = arus maksimum yang dapat meninggalkan suatu pendekat (smp/jam)

T = durasi arus lalu lintas yang waktu sinyalnya ditinjau (jam).

2.5.2. Tundaan Berdasarkan MKJI

Pendekatan yang digunakan dalam MKJI didasarkan pada perumusan yang dilakukan oleh Akcelik, 1988 (dalam MKJI, 1996), yang membagi tundaan dalam dua kategori yaitu: tundaan akibat arus lalu lintas (DT) dan tundaan akibat bentuk geometri simpang (DG). Tundaan akibat arus lalu lintas adalah tundaan karena interaksi lalu lintas dengan gerakan lainnya pada simpang, yang dirumuskan:

$$DT = c \frac{0,5(1-GR)^2}{(1-GR.DS)} + \frac{NQ_1.3600}{C} \quad (2.11)$$

DT = tundaan lalu lintas rata-rata pada suatu pendekat (det/smp)

GR = rasio hijau (waktu hijau / waktu siklus)

DS = derajat kejenuhan

C = kapasitas (smp/jam)

c = waktu siklus (detik)

NQ_1 = sisa smp dari fase hijau sebelumnya (det/smp)

Tundaan geometri adalah tundaan karena perlambatan dan percepatan saat membelok pada suatu simpang dan atau terhenti karena lampu merah, yang dirumuskan:

$$DG = (1 - p_{sv}) \cdot p_r \cdot 6 + (p_{sv} \cdot 4) \quad (2.12)$$

DG = tundaan geometri rata-rata pada suatu pendekat (det/smp)

p_{sv} = rasio kendaraan terhenti pada suatu pendekat

p_r = rasio kendaraan membelok pada suatu pendekat

Total tundaan pada tiap-tiap pendekat (D_j) adalah jumlah dari tundaan lalu lintas rata-rata pada suatu pendekat (DT_j) dengan tundaan geometri rata-rata pada suatu pendekat (DG_j).

2.6. Antrian

2.6.1. Antrian Berdasarkan TRANSYT

Dalam program TRANSYT (Robertson, D.I, et al, 1990), antrian maksimum rata-rata didasarkan tundaan yang terjadi selama suatu siklus, sedangkan panjang antrian didasarkan pada tundaan *random* dan *oversaturation*. Antrian maksimum ini dikoreksi dengan nilai antrian maksimum akhir yang terjadi dari suatu siklus ke siklus berikutnya, yang besarnya setara dengan jumlah kendaraan yang gagal melewati akhir suatu siklus.

2.6.2. Antrian Berdasarkan MKJI

Jumlah rata-rata antrian smp pada awal sinyal hijau (NQ) dihitung sebagai jumlah smp yang tersisa dari fase hijau sebelumnya (NQ₁) ditambah jumlah smp yang datang selama fase merah (NQ₂).

$$NQ = NQ_1 + NQ_2. \quad (2.13)$$

$$NQ_1 = 0,25.C \left[(DS-1) + \sqrt{(DS-1)^2 + \frac{8.(DS-0,5)}{C}} \right] \quad (2.14)$$

$$NQ_2 = c. \frac{11-GR}{1-GR.DS} \frac{Q}{3600} \quad (2.15)$$

NQ = jumlah rata-rata antrian (smp)

NQ₁ = jumlah smp yang tertinggal dari fase hijau sebelumnya

NQ₂ = jumlah smp yang datang selama fase merah

DS = derajat kejenuhan

GR = rasio hijau

c = waktu siklus (det)

C = kapasitas (smp/jam) = arus jenuh kali rasio hijau (S. GR)

Q = arus lalu lintas pada pendekat tersebut (smp/det)

Panjang antrian (QL) diperoleh dari perkalian jumlah rata-rata antrian (NQ) dengan luas rata-rata yang dipergunakan per smp (20 m²) dan pembagian dengan lebar masuk.

$$QL = NQ_{\max} \cdot \frac{20}{W_{\text{masuk}}} \quad (2.16)$$

QL = panjang antrian (m)

NQ_{max} = Jumlah rata-rata antrian maksimum

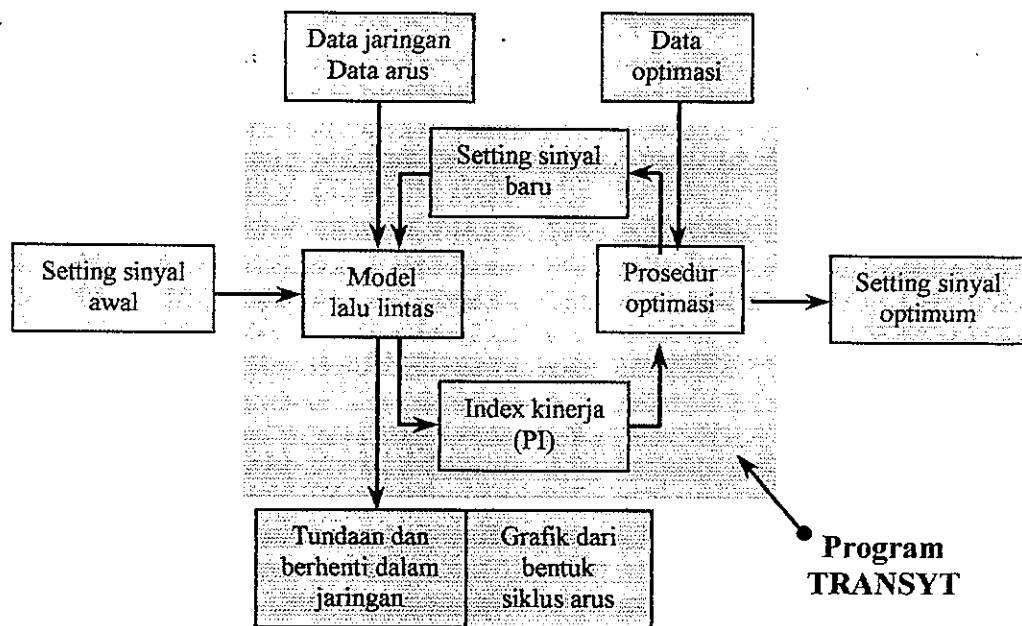
W_{masuk} = lebar pendekat masuk (m)

2.7. Gambaran Struktur Program Prosesing TRANSYT

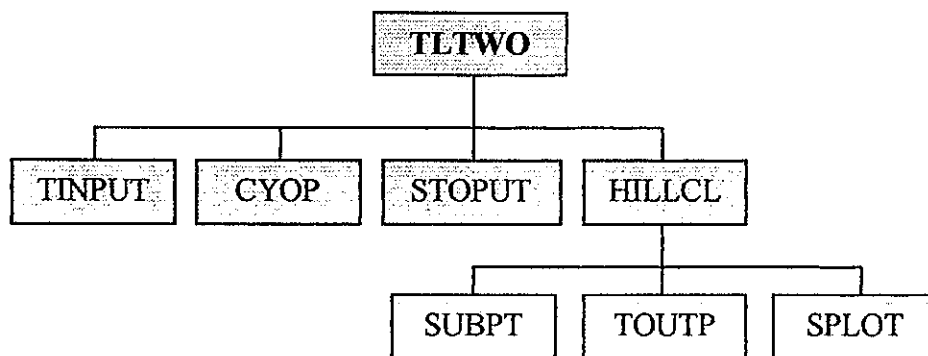
TRANSYT (*Traffic Network Study Tool*), merupakan software keluaran dari TRRL (*Transport and Road Research Laboratory*) Inggris dengan kemampuan untuk menghitung *Performance Index* (PI) simpang bersinyal tunggal maupun terkoordinasi. Selain itu juga bisa menghasilkan sinyal lalu lintas optimum untuk waktu tetap (*fixed time*), dimana alokasi waktu hijau tiap-tiap pendekat dicari sedemikian rupa sehingga dihasilkan PI terbaik.

Program *software* ini ditulis berdasarkan bahasa program FORTRAN IV yang bekerja 'under DOS', untuk menjalankannya dibutuhkan komputer dengan kapasitas 135 k bytes. Proses input data dibuat dalam format text ASCII kemudian dijalankan dengan program utama. Hasil outputnya juga dalam bentuk text ASCII yang berisi *performance index*, panjang antrian dan tundaan. Kemampuan yang dimiliki program TRANSYT ini dapat dipergunakan untuk suatu jaringan dengan jumlah simpang bersinyal 50 dan 250 ruas jalan (*link*).

Garis besar struktur program TRANSYT ditunjukkan dalam Gambar 2.7, sedangkan secara detail program ini terdiri dari satu segmen utama dan tujuh segmen cabang yang bisa diilustrasikan sebagaimana diperlihatkan dalam Gambar 2.8.



Gambar 2.7 Struktur program TRANSYT.



Gambar 2.8 Diagram deskripsi program TRANSYT.

Segmen utama merupakan program utama TL TWO yang berfungsi menentukan proses optimasi setelah data input telah dicek kesalahannya. Segmen utama ini berisi juga *sub-routine* INTCAR dan FLOCAR yang berfungsi menunjukkan hasil keluaran. Sedangkan tujuh segmen cabang tersebut adalah TINPUT, CYOP, STOPUT, HILLCL, SUBPT, TOUTP, SPLOT yang masing masing segmen memiliki *sub-routine* dan fungsi sendiri-sendiri.

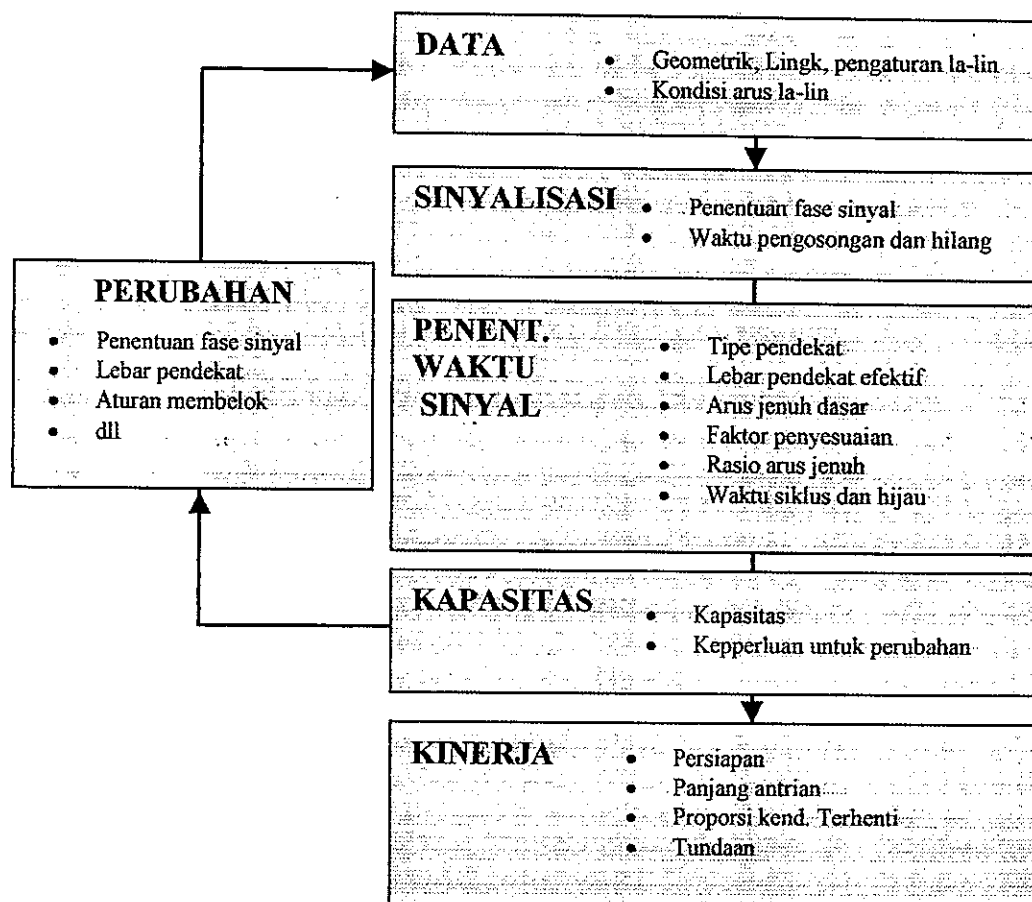
- TINPUT Segmen ini berfungsi membaca dan mendaftar, menggaris bawahi beberapa kesalahan yang ditemukan. Mengkonversi data (misal skala arus) dibuat dan data disimpan dalam form yang tersedia untuk proses selanjutnya.
- CYOP Bagian ini digunakan untuk menentukan akibat dari perbedaan waktu siklus dan untuk keperluan dalam perhitungan setting sinyal EQUISAT.
- STOPUT Bagian ini menghitung presentasi stop (berhenti) ,dijadikan sebagai sifat yang diperlihatkan tundaan pada ruas jalan pada laju kecepatan yang berbeda.
- HILLCL Segmen ini dipanggil lewat TL TWO, merupakan rangkaian untuk mereduksi *Performance Index* dan optimasi setting sinyal.
- SUBPT Bagian ini dipanggil lewat HILLCL, berfungsi untuk menghitung profil lalu lintas tundaan dan berhenti untuk tiap setting waktu sinyal.
- TOUTP Bagian ini dipanggil lewat HILLCL, untuk mengeluarkan hasil setiap optimasi.
- SPLOT Bagian ini dipanggil lewat HILLCL, untuk membuat gambaran grafik tentang profil dari siklus arus pada suatu ruas.

2.8 Struktur Program KAJI

Program KAJI terbaru adalah KAJI versi 1.10 yang bekerja 'under DOS', dibuat dengan menggunakan bahasa pemrograman PASCAL. Pada modul simpang bersinyal tunggal, terdapat tiga kategori pemakaian yaitu *planning*, *design* dan *operation*. Untuk keperluan prosesing perhitungan dibutuhkan lima macam formulir yang terpisah yaitu: Bentuk dan dimensi geometrik simpang, Arus lalu lintas untuk masing-masing pendekat, Waktu antar hijau dan waktu pengosongan serta waktu yang hilang, Perhitungan waktu nyala lampu kapasitas lengan simpang, Analisa panjang antrian dan tundaan. Prosedur perhitungan untuk simpang bersinyal tunggal secara ringkas diperlihatkan dalam Gambar 2.9.

Karena fasilitas yang ada pada KAJI hanya simpang bersinyal tunggal, maka untuk simpang bersinyal terkoordinasi dilakukan langkah tambahan yakni dengan cara mengatur

waktu siklus dibuat tetap dengan memperhatikan *platoon* yang ada kemudian dikompromikan terhadap jarak sinyal, kecepatan yang dipilih dan kebutuhan lalu lintas persilangan.

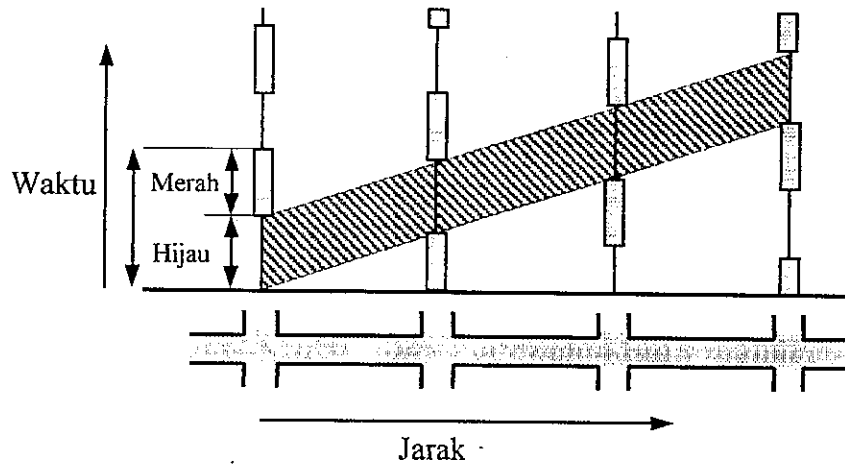


Gambar 2.9 Bagan alir analisa simpang bersinyal.

2.9 Simpang Terkoordinasi

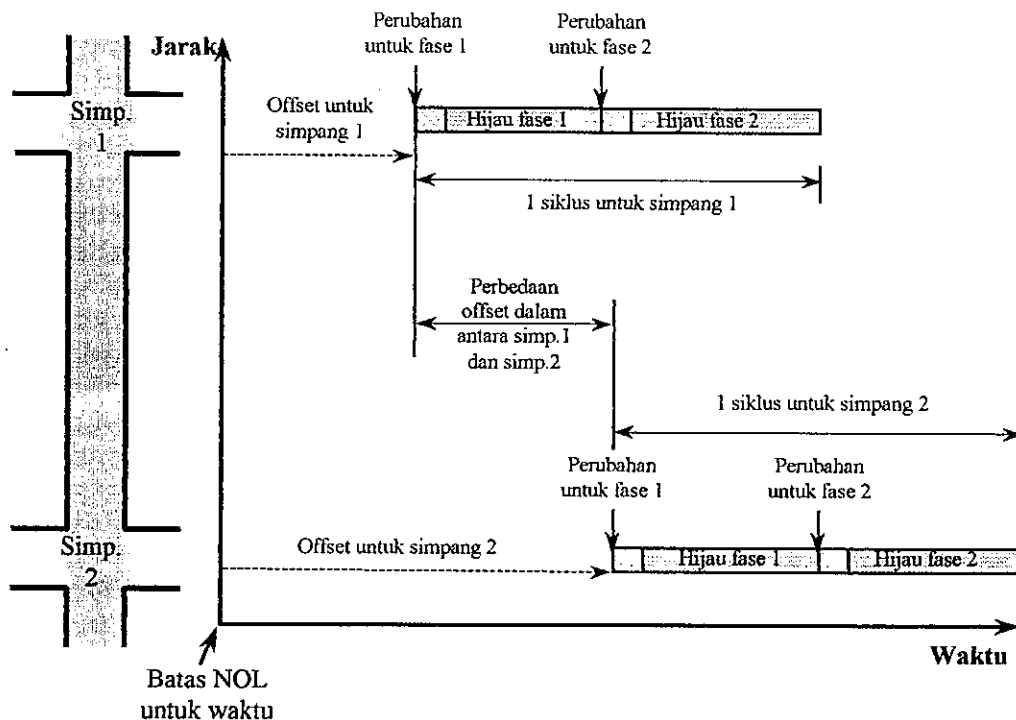
Penentuan untuk pengaturan sinyal lalu lintas dalam kasus yang sederhana bisa dilakukan pendekatan secara simpang tunggal (*isolated intersection*), hal ini biasanya ditujukan bila tidak terdapat prioritas pengaliran pada suatu lengan simpang. Pada kasus yang lebih rumit, misalnya suatu ruas jalan utama yang terdapat beberapa simpang, arus lalu lintasnya perlu mendapat prioritas untuk dapat melewati simpang secara menerus. Untuk menyelesaikan kasus seperti ini diperlukan pendekatan perhitungan simpang secara terkoordinasi. Pendekatan ini didasarkan pada konsep aliran pulsa, dimana suatu kelompok kendaraan (*platoon*) yang lepas dari suatu simpang menuju ke simpang berikutnya. Waktu antara permulaan hijau pada suatu simpang dan permulaan hijau pada simpang berikutnya

diatur sedemikian rupa sehingga kumpulan kendaraan yang datang tidak mendapatkan lampu merah atau dengan kata lain *platoon* yang datang selalu kena lampu hijau. Secara grafis konsep ini diperlihatkan dalam Gambar 2.10.



Gambar 2.10 Diagram Jarak - Waktu

Ilustrasi tentang istilah dalam simpang bersinyal diperlihatkan Gambar 2.11.

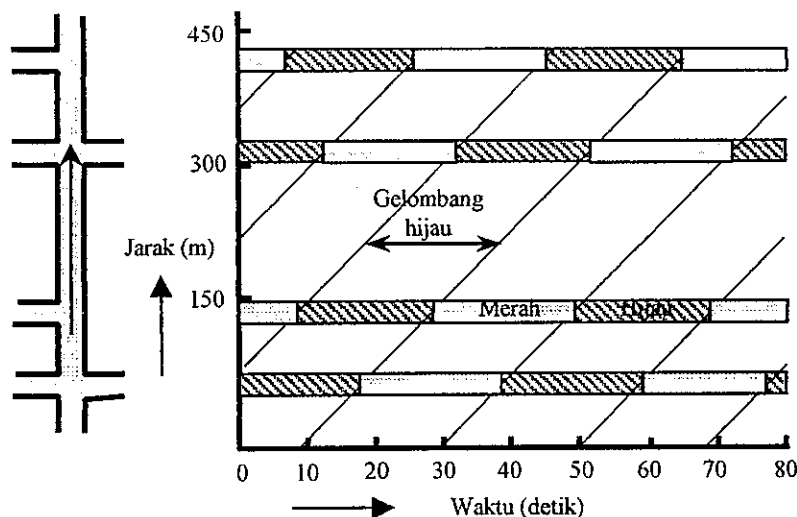


Gambar 2.11 Ilustrasi simpang bersinyal.

Pada daerah perkotaan, kondisi dua simpang atau lebih yang letaknya berdekatan, biasanya lebih baik simpang yang ada tidak dipertimbangkan secara terpisah akan tetapi dikaitkan antar simpang yang saling berdekatan tersebut. Langkah yang bisa ditempuh

dengan jalan mengkoordinir penentuan waktu sinyal sehingga keuntungan maksimum bisa diperoleh oleh arus utama. Bentuk sederhana yang bisa diterapkan adalah yang dikenal dengan istilah sistem serentak, yaitu suatu jalan dibuat sedemikian rupa sehingga semua sinyal memberikan indikasi yang sama pada waktu yang sama. Model seperti ini hanya cocok untuk pemasangan sinyal pada jalan dengan proporsi waktu hijau dominan, efek yang bisa merugikan adalah mendorong sopir untuk berpacu dengan cepat guna memperoleh perubahan fase.

Sistem yang dilaksanakan dengan diagram waktu/jarak yang memungkinkan suatu kendaraan melaju pada kecepatan yang telah ditentukan sering disebut dengan istilah sistem progresif. Contoh sederhana dari sistem koordinasi yang progresif diperlihatkan dalam Gambar 2.12. Kemiringan garis-garis diagonal menyatakan kecepatan gerak yang dipilih. Kendaraan yang bergerak dengan kecepatan tertentu dan telah melewati satu persimpangan, maka kendaraan tersebut berhak menerima hak jalan tanpa hambatan. Cara pengaturannya dengan jalan waktu siklus dibuat tetap yang dikompromikan terhadap jarak sinyal, kecepatan jalan yang dipilih dan kebutuhan lalu lintas persilangan jalan.



Gambar 2.12 Sinyal terkoordinasi lalu lintas satu arah.

Dalam praktek di lapangan, beberapa kesulitan kontrol terjadi pada pengkoordinasian sinyal. Beberapa problem muncul sebagai akibat adanya perbedaan kinerja antar kelas kendaraan, adanya kendaraan yang diparkir di tepi jalan, adanya gerakan pejalan kaki, adanya manuver kendaraan untuk berbelok. Untuk memperkecil gangguan atau kesulitan-kesulitan dalam pengkoordinasian simpang bisa diselesaikan berdasarkan masalah yang ada.

2.9.1 Kumpulan Kendaraan (*Platoon*)

Satu tujuan umum dalam pengaturan waktu sinyal-sinyal lalu lintas adalah untuk mensinkronkannya sedemikian hingga kumpulan kendaraan bisa bebas dari satu lampu sinyal mencapai lampu sinyal selanjutnya tepat waktu sehingga dapat melewati lampu sinyal kedua tanpa berhenti. Biasanya secara sederhana dibuat asumsi bahwa seluruh kendaraan dalam kumpulan kendaraan bergerak dengan kecepatan rata-rata lalu lintas. Pendekatan sederhana ini tidak tepat sebab kumpulan kendaraan tidak tetap sebagaimana keadaan padat, tetapi cenderung untuk menyebar sebagaimana bergeraknya kedudukan mereka dari suatu titik tertentu. Sebagai contoh, Graham dan Chenu (dalam Robertson, D.I. et al., 1980) memiliki hasil penelitian persentase dari jumlah awal kendaraan dalam kumpulan kendaraan yang tetap pada suatu kumpulan kendaraan dengan variasi jarak sepanjang jalan raya dimulai dari awal titik. (Tabel 2.1)

Tabel 2.1. Persentase kendaraan yang tetap pada *platoon* lalu lintas jalan raya.

Jarak (Miles)	Kendaraan yang Tetap pada Platoon (%)
0,25	91
0,5	85
0,75	80
1	77

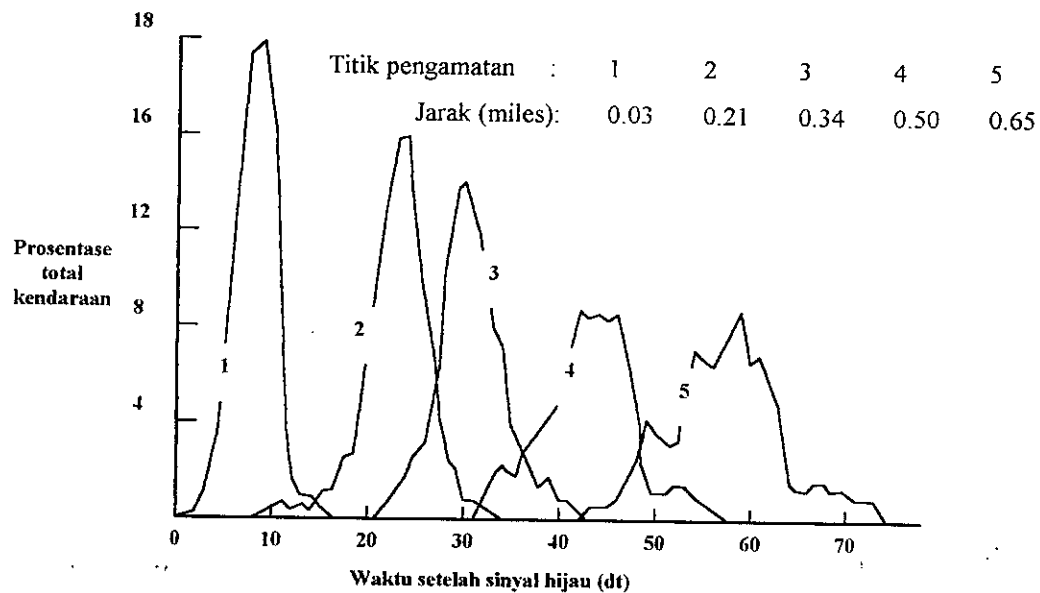
Sumber: Robertson D.I, et al. (1980)

Bila kumpulan kendaraan direpresentasikan dalam distribusi frekuensi dari persentase jumlah arus *platoon* lawan waktu tiba, hasilnya diperlihatkan Gambar 2.13. Disana terlihat bahwa semakin jauh jarak yang ditempuh, puncak distribusi makin rendah.

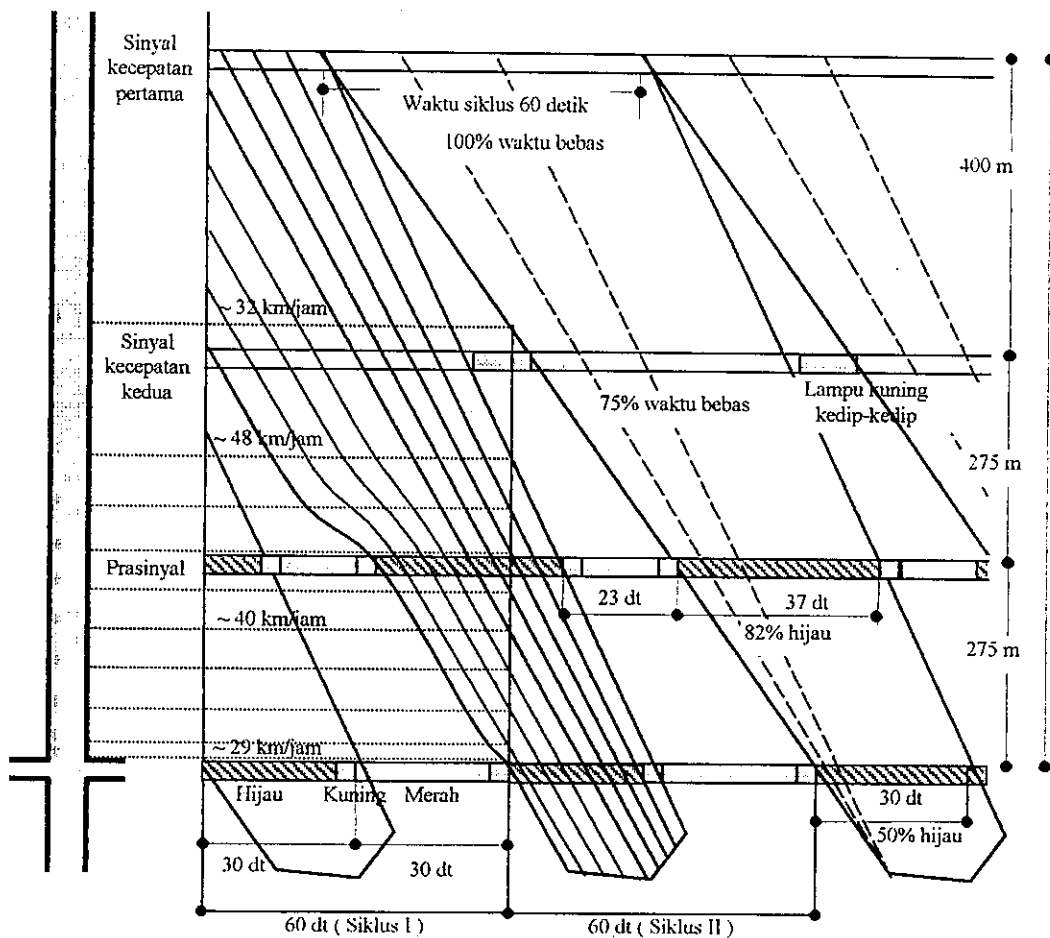
2.9.2 Gelombang Hijau (*Green Wave*)

Perkembangan dalam teknik sistem kontrol, diarahkan pada usaha menghapuskan waktu hilang (*lost time*) dan meningkatkan kapasitas dengan menggunakan lampu pra sinyal. Hal ini memungkinkan start yang cepat sebelum sinyal utama. Salah satu problem yang sulit pada sistem sinyal yang terkoordinasi adalah pengontrolan kecepatan kumpulan kendaraan untuk mencapai sinyal berikutnya pada fase hijau dengan tepat. Untuk mendapatkan kondisi tersebut, dikembangkanlah teori lorong sinyal, yaitu membuat kelompok kendaraan bergerak melalui sinyal-sinyal sebagai kumpulan yang rapat dengan jalan mengurangi kecepatan kendaraan di depan dan memperbesar kecepatan kendaraan di

belakang. Diagram ruang dan waktu dalam lorong sinyal diperlihatkan dalam Gambar 2.14.



Gambar 2.13 Distribusi frekuensi waktu kedatangan kumpulan kendaraan pada titik-titik pengamatan. (Robertson, DI, et al. 1980).



Gambar 2.14 Diagram ruang-waktu dalam "lorong" sinyal dengan 2 sinyal kecepatan dan 1 prasinyal. (W.von Stein, 1961, dalam Hobbs, 1995)

2.10 Optimasi Sinyal Terkoordinasi

TRANSYT bisa dipergunakan untuk mengoptimasikan suatu simpang tunggal maupun terkoordinasi. Yang dimaksud optimasi ini adalah proses untuk mencari pengaturan waktu yang tepat untuk meminimalkan terjadinya antrian dan tundaan. Parameter yang digunakan dalam proses optimasi didasarkan pada: *performance index* (PI), *signal offset*, *green time*, reduksi panjang antrian, pengelompokan simpang, pemilihan *cycle time*, dan pertimbangan perubahan pada parameter-parameter tersebut di atas. (Crabtree, M.R, et al, 1996, dalam Hendratmoko, 2000).

Pengkoordinasian sinyal dengan jalan mengoptimasikan rencana waktu tetap telah mengalami perkembangan. Efisiensi operasi dinilai dengan jalan memperkecil indeks kinerja (*performance index*) yang didasarkan pada kriteria seperti penundaan total, atau jumlah berhenti pada rute. Untuk mendapatkan minimisasi yang ditetapkan, dilakukan prosedur-prosedur iterasi. Evaluasi pada beberapa rencana optimasi untuk pengaturan sinyal yang dilaksanakan di Glasgow oleh TRRL, menunjukkan bahwa TRANSYT biasanya memberikan hasil yang lebih baik dibanding metode lainnya. Dalam suatu metode yang disebut Bis Transit, memungkinkan dapat dicapainya minimisasi pemberhentian, mengurangi konsumsi bahan bakar, polusi dan kebisingan serta meminimisasikan waktu tunda.

2.11 Validasi

2.11.1 Validasi MKJI

KAJI merupakan software yang dibuat Indonesia dengan metoda MKJI dan dibuat berdasarkan pendekatan perilaku lalu lintas yang ada di Indonesia. Terdapat beberapa penelitian yang mengaitkan kinerja software ini dengan kenyataan di lapangan. Hendratmoko (2000), dalam perhitungannya memperlihatkan perbedaan antara hasil KAJI dengan observasi lapangan di kota Malang sebagaimana diperlihatkan dalam Tabel 2.2.

Tabel 2.2 Perbedaan kinerja simpang antara hasil observasi dengan KAJI.

Waktu	Obsevasi		KAJI		Perbedaan (%)	
	Tundaan (smp-j/j)	Panj.Ant. (m)	Tundaan (smp-j/j)	Panj.Ant. (m)	Tundaan (smp-j/j)	Panj.Ant. (m)
08.45 - 09.45	12	33	14	47	16.7	42.4
10.45 - 11.45	12	29	16	53	33.3	82.8
12.45 - 13.45	13	31	17	56	30.8	80.6

Sumber: Hendratmoko (2000).

Dari data tersebut nampak bahwa perbedaan antara hasil observasi dengan hasil perhitungan dengan menggunakan KAJI relatif cukup besar.

2.11.2 Validasi TRANSYT

TRANSYT merupakan salah satu software yang sering dipakai secara luas di negara-negara di dunia dalam mengoptimasikan jaringan simpang bersinyal. Dari beberapa penelitian yang telah ada, juga menunjukkan perbedaan antara observasi dengan prediksi dari hasil perhitungan TRANSYT. Pomsiripongse (1980) dalam Hendratmoko (2000), menggunakan TRANSYT-7 untuk melihat simulasi kecepatan jelajah pada 44 simpang bersinyal di Bangkok. Jika dibandingkan dengan hasil observasi ternyata juga memperlihatkan perbedaan yang nyata sebagaimana diperlihatkan Tabel 2.3.

Tabel 2.3 Kecepatan jelajah Kendaraan di Bangkok

Jenis Kendaraan	Kecepatan Jelajah		
	Prediksi (km/jam)	Observasi (km/jam)	Perbedaan (%)
Bus	18.4	16.8	-9.5
Sedan	20.7	19.2	-7.8

Sumber: Pomsiripongse (1980) dalam Hendratmoko (2000)

Dengan penelitian yang sama Robertson et al (1980) melakukannya di kota Glasgow, Inggris sebagaimana diperlihatkan dalam Tabel 2.4.

Tabel 2.4 Kecepatan jelajah kendaraan di Glasgow, Inggris.

Jenis Kendaraan	Kecepatan Jelajah		
	Prediksi (km/jam)	Observasi (km/jam)	Perbedaan (%)
Pagi	13.8	16.7	21
Sore	13.7	15.2	11

Sumber: Robertson, D.I, et al. (1980)

Sementara itu Hendratmoko (2000) memperlihatkan perbedaannya dalam kinerja simpang bersinyal sebagaimana terlihat dalam Tabel 2.5.

2.12 Turbo Pascal.

Turbo Pascal adalah bahasa pemrograman professional tingkat tinggi (high level language) yang orientasinya segala tujuan. Bahasa ini dirancang oleh Prof. Niklaus Wirth

Tabel 2.5 Perbedaan kinerja simpang antara hasil observasi dan TRANSYT.

Waktu	Observasi		Transyt		Perbedaan (%)	
	Tundaan (smp-j/j)	Antrian (smp)	Tundaan (smp-j/j)	Antrian (smp)	Tundaan (smp-j/j)	Antrian (smp)
08.45 - 09.45	12	14	24	12	100	-14.3
10.45 - 11.45	12	8	45	19	275	137.5
12.45 - 13.45	13	12	67	24	415.4	100

Sumber: Hendratmoko (2000).

dari Technical University di Zurich, Switzerland. Nama Pascal diambil sebagai penghargaan terhadap Blaise Pascal, ahli matematika dan filosofi terkenal abad 17 dari Prancis.

Paket Turbo Pascal memiliki fasilitas sekaligus keuntungan pemrograman:

- * **Perpustakaan unit** yang menyediakan sejumlah besar prosedur dan fungsi yang dapat digunakan dalam berbagai program, sehingga akan memudahkan dan menjadikan luwes dalam pembuatan program.
- * **Debugger** yang memungkinkan untuk menelusuri penampilan program baris demi baris, meneliti perubahan nilai variabel dan ekspresi sewaktu penampilan berlangsung.
- * **Fasilitas lingkungan pengembangan dalam bentuk menu** yang memadukan elemen ini dalam memperlancar proses penyuntingan, pengujian dan penyempurnaan program Pascal.
- * **Termasuk dalam bahasa pemrograman tingkat tinggi**, sehingga menjadikan programmer mudah dalam menuliskan kode-kode program.
- * **Termasuk dalam bahasa pemrograman terstruktur**, sehingga dalam pembuatan program selalu mengikuti logika pemrograman yang urut/runtut tidak meloncat-loncat.
- * Turbo Pascal oleh BORLAND INC dapat digunakan di banyak system operasi, misalnya PC-DOS, MS-DOS, CP/M-86, CP/M80 dan lain-lain.
- * Dalam penghitungan operasi-operasi matematika, Turbo Pascal juga bisa diandalkan.
- * Memori maupun ruang hardisk yang dibutuhkan oleh Program Pascal tidaklah terlalu besar, sebagaimana bahasa pemrograman berbasis windows, missal Visual Basic, Delphi dan lain-lain.

Sistem minimum yang dibutuhkan Turbo Pascal:

Prosesor tipe : 80286 atau lebih.

DOS memori : 640 K

Memori : 1 MB

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Kerangka Pemikiran

Penelitian ini bertujuan membandingkan parameter kinerja simpang yang berupa tundaan dan antrian yang didapatkan dari hasil keluaran perangkat lunak TRANSYT dan dari perhitungan berdasarkan pendekatan MKJI. Dengan adanya proses perbandingan ini, diharapkan akan terdapat hubungan secara matematis yang menggambarkan ada tidaknya korelasi antar kedua metoda tersebut. Adapun bagan alir kerangka pemikiran ini diperlihatkan dalam Gambar 3.1.

3.2 Observasi

3.2.1 Tujuan Observasi

Observasi lapangan ditujukan untuk mendapatkan data primer dan data sekunder. Data primer didapatkan berdasarkan hasil survai simpang dan ruas terpilih langsung ke lapangan. Data primer untuk simpang, diperoleh lewat survai karakteristik simpang yang meliputi survai volume lalu lintas tiap pendekat, fase, waktu siklus, geometrik simpang. Data primer ruas, diperoleh lewat survai platoon, kecepatan rata-rata dan panjang ruas antar simpang. Sedangkan data sekunder didapatkan lewat pembacaan peta jaringan jalan Kota Surakarta yang didapatkan dari instansi terkait dan data lain yang mendukung.

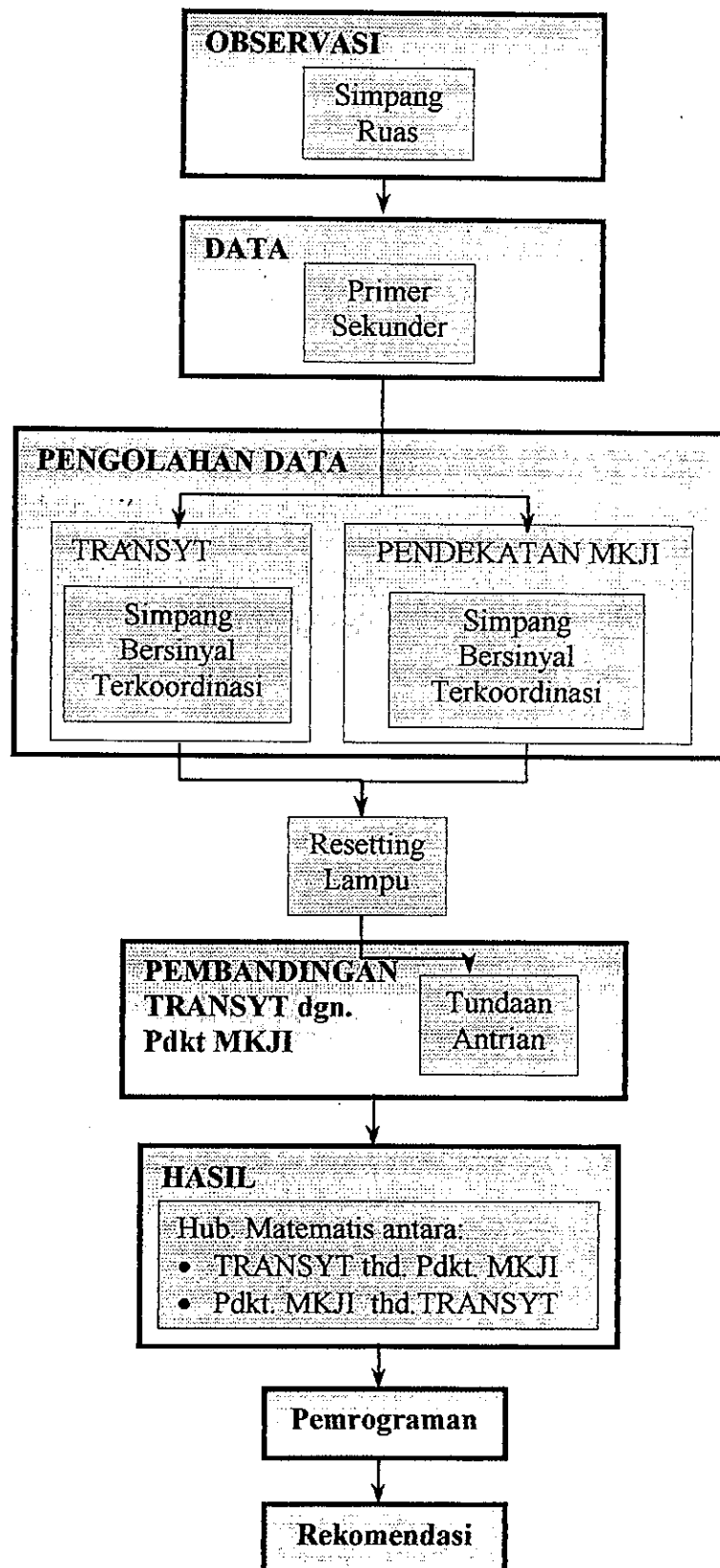
3.2.2 Persiapan Surveyor dan Alat Survai

Pengamatan dilakukan dengan menggunakan tenaga surveyor secara manual. Agar didapatkan data yang cukup valid, tenaga surveyor ditraining lebih dahulu. Dalam training masing-masing surveyor diperkenalkan pada format data yang akan diisi pada saat survai, pengenalan alat survai, kemudian dilakukan praktek lapangan sesuai dengan jenis survai yang akan dilakukan. Adapun untuk mendukung kelancaran survai, peralatan yang akan digunakan juga perlu dipersiapkan. Sehingga pada saat survai tidak terjadi kesalahan maupun kealpaan yang bisa berakibat pada jeleknya data yang dihasilkan.

3.2.3 Lokasi Penelitian

Penelitian ini mengambil sampel 3 (tiga) buah simpang bersinyal yang berada dalam kawasan *Central Bisnis District* (CBD) di jalan Slamet Riyadi kota Surakarta. Kedudukan jalan Slamet Riyadi merupakan jalan utama dengan pengaturan lalu lintas searah dari Barat

ke Timur dan merupakan jantung kota Surakarta. Bila ditinjau dari fungsi jalan, termasuk dalam kategori Arteri Sekunder.



Gambar 3.1. Bagan alir kerangka pemikiran.

Ketiga simpang yang dijadikan obyek penelitian secara berurut dari arah Barat ke Timur (sesuai arah arus lalu lintas) adalah simpang Sami Luwes, simpang Pasar Pon, kemudian simpang Nonongan. Panjang ruas jalan yang menghubungkan simpang Sami Luwes ke simpang Pasar Pon 500 meter, sedangkan simpang Pasar Pon ke simpang Nonongan sekitar 300 meter. Ruas jalan utama memiliki lebar 14 meter yang terbagi dalam 4 lajur. Disebelah Utara dan Selatan jalan utama terdapat 2 lajur jalur lambat. Letak ketiga simpang yang diteliti dalam jaringan jalan kota Surakarta diperlihatkan dalam Gambar 3.2.

3.2.4 Teknik Observasi

3.2.4.1 Observasi Simpang

Observasi yang dilakukan dalam simpang meliputi survai volume lalu lintas tiap pendekat, fase, waktu siklus, geometrik simpang.

1) Survai volume lalu lintas tiap pendekat

Maksud dari dilakukan pencacahan lalu lintas adalah untuk mendapatkan data tentang jumlah pergerakan (belok kiri, belok kanan dan lurus) kendaraan pada masing masing pendekat/lengan. Disamping itu juga akan didapatkan data tentang karakteristik dari lalu lintas yang lewat berdasarkan klasifikasinya. Penentuan klasifikasi kendaraan dalam penelitian ini didasarkan pada Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI) yaitu sepeda motor, kendaraan ringan, kendaraan berat dan kendaraan tak bermotor. Survai pencacahan dilakukan selama 9 jam dalam rentang jam sibuk pagi sampai dengan jam sibuk siang, yaitu dari jam 06.30 s/d 15.30. Setiap pencatatan dibagi dalam 15 menit.

Dalam survai pencacahan lalu lintas simpang ini, dilakukan dengan cara manual, yaitu menggunakan tenaga surveyor. Untuk mengetahui jumlah surveyor yang akan digunakan, dilakukan terlebih dahulu survai pendahuluan. Dalam survai pendahuluan ini dilakukan pengamatan tentang gerakan kendaraan membelok tiap jenis kendaraan pada masing-masing kaki simpang. Berdasarkan hasil pengamatan ini dan asumsi bahwa masing-masing surveyor akan mencatat satu jenis kendaraan pada setiap kaki simpang, maka jumlah surveyor dapat ditentukan.

Agar kesalahan data sebagai akibat kelelahan petugas survai tidak besar, maka dilakukan pergantian surveyor untuk selang waktu 2 jam dan mempermudah pencacahan dengan alat bantu berupa counter. Sedangkan untuk mengantisipasi kesalahan data sebagai akibat kesalahan penempatan posisi surveyor, dilakukan survai pendahuluan di lapangan.



MAGISTER
TEKNIK SIPIL

UNIV. DIPONEGORO

PETA

JARINGAN JALAN
KOTA SURAKARTA

Slamet Jauhari Legowo
L 4A098039

KETERANGAN:

Arteri Primer

Arteri Sekunder

Simpang yang diteliti

Sungai

Jalan kereta api

Batas kota Surakarta



SKALA :

0 600



Maksud dari survai pendahuluan disini adalah untuk mengetahui dimana letak seorang surveyor dapat melakukan pengamatan secara bebas tanpa mengalami hambatan dalam pandangannya.

Format formulir pencacahan data di lapangan dibuat berbeda dengan formulir hasil rekapitulasi, hal ini dilakukan karena ada tujuan yang berbeda. Formulir pencacahan data lapangan dibuat sedemikian rupa sehingga memudahkan surveyor untuk mencatat data lapangan, sehingga kesalahan akibat *human error* bisa diperkecil. Sedangkan formulir data hasil rekapitulasi ditujukan agar data mudah dibaca dan dianalisa. Contoh format masing masing diperlihatkan dalam Lampiran 4 Tabel 1 dan Tabel 2.

2) Survai fase dan waktu siklus

Data yang dicatat dalam survai ini adalah jumlah fase, waktu siklus dan nyala masing-masing lampu dalam satuan detik. Teknik pengambilan data dilakukan dengan alat bantu berupa *stop-watch*. Agar tingkat kesalahan bisa diperkecil, pencatatan dilakukan berulang minimal sebanyak tiga kali. Hasil akhir yang dipakai adalah rata-rata hasil pembacaan. Adapun format formulir pembacaan dibuat sebagaimana diperlihatkan dalam Lampiran 4 Tabel 3.

3) Survai geometrik simpang

Data yang diambil dari survai geometrik simpang meliputi:

- Lebar jalur masuk
- Lebar jalur keluar
- Lebar lajur belok kiri langsung
- Lebar pendekat
- Jarak antar simpang

Alat bantu yang digunakan adalah *wheel-meter* ataupun *roll-meter*. Untuk menghindari terjadinya gangguan pada lalu lintas, survai dilakukan pada jam-jam tidak sibuk. Adapun format di lapangan, pencatatan untuk data geometrik simpang disajikan sebagaimana diperlihatkan dalam Lampiran 4 Gambar 1.

3.2.4.2 Observasi Ruas

1) Survai *platoon* dan kecepatan rata-rata

Survai *platoon* bertujuan untuk melihat apakah pergerakan kendaraan saat lepas dari lampu hijau menuju simpang berikutnya masih berupa kumpulan kendaraan (*platoon*).

Kalau ternyata masih berupa kumpulan, maka penanganan simpang dengan metode koordinasi simpang masih efektif, jika ternyata sebaliknya maka akan kurang efektif. Survai dilakukan dengan jalan pengamatan langsung ke lapangan.

Sedangkan kecepatan rata-rata diperoleh dari jarak antar simpang dibagi dengan rata-rata waktu tempuh kendaraan pertama dan kendaraan terakhir dari platoon menuju simpang berikutnya. Waktu tempuh kendaraan diperoleh lewat survai *moving car* dengan jalan mengikuti kendaraan pertama dan terakhir dari platoon. Alat bantu yang dipakai adalah *stop watch*.

2) Survai Hambatan Samping.

Survai hambatan samping dilakukan dengan maksud untuk mengetahui faktor-faktor yang menjadi penghambat jalannya kendaraan. Adapun bentuknya bisa berupa penataan parkir disamping jalan, tata guna lahan disamping jalan ataupun berupa lalu lintas kendaraan tak bermotor dan pejalan kaki. Survai ini dilakukan dengan jalan pengamatan langsung di lapangan disepanjang ruas jalan antara simpang Luwes sampai dengan simpang Nonongan.

3) Survai panjang jalan.

Survai panjang jalan dimaksudkan untuk mengetahui panjang ruas antar simpang yang disurvei, yaitu panjang ruas antara simpang Luwes ke simpang Pasar Pon dan antara simpang Pasar Pon ke simpang Nonongan. Alat yang dipergunakan adalah *wheel-meter* atau *rol-meter*.

3.3 Data

3.3.1 Data Primer

1). Volume Lalu Lintas Simping.

Data tentang volume lalu lintas diperoleh dari hasil survai pencacahan volume lalu lintas pada simpang. Data volume lalu lintas simpang yang akan didapatkan ada 3 buah, yaitu volume lalu lintas simpang Luwes (simpang I) yang selanjutnya disebut dengan DATVOL 1, volume lalu lintas simpang Pasar Pon (simpang II) yang selanjutnya disebut dengan DATVOL 2, dan volume lalu lintas simpang Nonongan (simpang III) yang selanjutnya disebut dengan DATVOL 3. Data volume lalu lintas masing-masing simpang tersebut memuat volume lalu lintas setiap lengan pembentuk simpang. Karena ketiga simpang yang disurvei ini terbentuk dari empat lengan, sehingga masing-masing simpang

akan didapatkan data volume lalu lintas sejumlah empat. Dimana masing-masing lengan akan memuat jumlah kendaraan sesuai dengan arah pergerakannya, yaitu jumlah pergerakan kendaraan yang belok kiri, lurus dan belok kanan.

Data volume lalu lintas dibuat per 15 menit, yang dilakukan selama jam survai yaitu mulai jam 06.30 s/d jam 15.30. Lamanya waktu survai (9 jam) ini, dibuat harapannya agar didapatkan variasi data untuk mempermudah tahap analisis selanjutnya. Untuk keperluan tahap selanjutnya (tahap analisis), data jumlah kendaraan ini dikonversikan kedalam satuan mobil penumpang. Adapun besar nilai faktor yang dipergunakan untuk mengkonversi dipergunakan standart MKJI yaitu:

Sepeda motor	: 0,2 (P) atau 0,4 (O)
Kendaraan ringan	: 1,00
Kendaraan berat	: 1,3

Sedangkan untuk keperluan masukan data pada Transyt, jumlah kendaraan langsung dalam bentuk satuan mobil penumpang.

2). Fase dan Waktu Siklus Simpang

Berdasarkan survai fase, maka akan didapatkan diagram dan jumlah fase untuk tiap simpang. Sedangkan waktu siklus simpang diperoleh dari hasil survai waktu siklus. Waktu siklus simpang adalah jumlah waktu nyala sinyal merah, waktu sinyal kuning dan waktu sinyal hijau. Untuk waktu hilang (*lost time*) dihitung dari lama waktu nyala sinyal merah yang bersamaan (*all red*) antar fase.

3). Geometrik Simpang

Data ini diperoleh lewat hasil survai geometrik pada masing-masing simpang. Datanya berupa lebar lajur (m) pada masing-masing pendekat, jumlah lajur, arah pergerakan kendaraan.

4). *Platoon*, Kecepatan Rata-rata, dan Panjang Ruas

Data ini diperoleh lewat hasil survai *platoon*, kecepatan rata-rata, dan panjang ruas yang telah dilakukan pada survai ruas. Datanya berupa panjang *platoon*, kecepatan rata-rata (km/jam), panjang ruas antar simpang (m).

3.3.2 Data Sekunder

Data sekunder berupa peta jaringan jalan kota Surakarta yang didapatkan dari instansi terkait, dipergunakan untuk memperlihatkan kedudukan simpang terkoordinasi yang

ditinjau diantara simpang simpang lainnya. Sehingga akan bisa diperoleh gambaran tentang kaki-kaki simpang yang ditinjau berada dalam jaringan jalan dengan kelas fungsi pada tingkat tertentu.

3.4 Pengolahan Data

3.4.1 Penggunaan Software

Perangkat lunak yang digunakan dalam penelitian ini adalah TRANSYT yang dilisensikan pada PT.PAMINTORI CIPTA, Jl. Lapangan Roos Raya No.12, Tebet Utara, Jakarta – 12820. Sedangkan perangkat lunak KAJI dapat langsung digunakan karena bersifat *shareware*.

Dalam pengolahan data untuk pendekatan MKJI, variabel terikatnya adalah ukuran kota, lingkungan, hambatan samping, geometrik (median, gradien, jarak simpang ke parkir, lebar, panjang ruas), arah arus, jumlah arus lalu lintas, kecepatan rata-rata, fase, dan waktu yang hilang, sedangkan variabel bebasnya adalah waktu siklus, serta waktu hijau. Adapun untuk TRANSYT, variabel terikatnya adalah: arus jenuh, panjang ruas, jumlah arus lalu lintas, kecepatan rata-rata, fase, waktu yang hilang, dan variabel bebasnya adalah waktu siklus, waktu hijau.

3.4.2 Alur pengolahan data berdasarkan pendekatan MKJI

Langkah pertama, memasukkan data dari hasil survai lapangan di masing-masing simpang (simpang Luwes, Pasar Pon dan Nonongan) kedalam software KAJI pendekatan “operasional” yang meliputi volume lalu lintas, geometrik, fase, waktu yang hilang, kondisi arus. Kemudian memasukkan data waktu siklus dan waktu hijau secara coba-coba sampai didapatkan waktu siklus dan waktu hijau yang paling optimal. Penentuan waktu siklus dan waktu hijau optimal diperoleh dari hasil perbandingan terhadap total nilai antrian dan tundaan. Total nilai perbandingan dari antrian dan tundaan terkecil merupakan waktu siklus dan waktu hijau yang optimum pada masing-masing simpang. Dengan diketahuinya waktu siklus dan waktu hijau yang optimal, maka akan didapatkan hasil tentang derajat kejenuhan, tundaan dan antrian pada simpang dan masing-masing pendekat.

Langkah kedua, Nilai perbandingan terhadap antrian dan tundaan pada ketiga simpang dijumlahkan, sehingga akan didapatkan total nilai gabungan dari ketiga simpang. Hasil penggabungan nilai perbandingan ketiga simpang yang mempunyai nilai terkecil,

menunjukkan waktu siklus dan waktu hijau yang paling optimal pada simpang terkoordinasi.

Langkah ketiga, memasukkan data kecepatan rata-rata platoon dan jarak antar simpang untuk menghitung waktu tempuh rata-rata antar simpang. Selanjutnya mensetting waktu awal hijau pada simpang II (simpang Pasar Pon). Selisih waktu antara simpang I (simpang Luwes) dengan simpang II (simpang Pasar Pon) sebesar awal hijau simpang I ditambah waktu tempuh antara simpang I menuju simpang II.

3.4.3 Alur Analisis berdasarkan TRANSYT

Pada program TRANSYT, alur analisisnya sebagaimana diperlihatkan dalam struktur program transyt pada Gambar 2.7. Data jaringan, data ruas, setting sinyal awal jika dimasukkan dalam program transyt, maka akan dilakukan proses mulai dari pemodelan lalu lintas - perhitungan indeks kinerja – prosedur optimasi – setting sinyal baru. Proses akan berhenti pada saat didapatkannya setting sinyal yang optimum. Adapun cara mengoperasionalkan dengan jalan memasukkan seluruh data dalam tabel sebagaimana yang diformatkan dalam pengisian input data software tersebut. Jika program di jalankan, akhirnya akan langsung didapatkan hasil antrian dan tundaan masing-masing simpang dan masing-masing pendekat pada kondisi setting sinyal yang paling optimum.

3.5 Pembandingan (uji statistik)

Hasil olahan data dengan bantuan dua perangkat lunak (*software*) yang berbeda yaitu berdasarkan TRANSYT dan KAJI yang berupa derajat kejenuhan, antrian dan tundaan pada masing-masing simpang dan pendekatnya dibandingkan dengan menggunakan metoda statistik.

Uji regresi linier dan non linier dipakai untuk melihat ada tidaknya korelasi dan tingkat kesalahan yang terjadi. Jika terjadi korelasi yang kuat, maka bisa dibuat faktor koreksi terhadap hasil olahan data berdasarkan pendekatan MKJI maupun software TRANSYT.

3.6 Hasil, Pemrograman, dan Rekomendasi

Dengan didapatkannya gambaran perbedaan dan korelasi yang ada untuk antrian dan tundaan dari pengolahan lewat software TRANSYT dan pendekatan MKJI, akan bisa dibuat persamaan korelasi antara kedua pendekatan tersebut. Sehingga jika software

TRANSYT digunakan dan menginginkan hasilnya dirubah kedalam pendekatan MKJI, tinggal memasukkan hasil TRANSYT kedalam persamaan korelasi yang ada. Demikian pula sebaliknya, bila menginginkan hasil pendekatan MKJI dirubah kedalam TRANSYT.

Berdasarkan persamaan korelasi yang telah didapat, dibuat program korelasi antara hasil TRANSYT ke pendekatan MKJI dan pendekatan MKJI ke TRANSYT. Pemrograman ini dimaksudkan untuk memudahkan kerja, sekiranya hasil pemrograman TRANSYT ingin dikonversikan kedalam pendekatan MKJI ataupun sebaliknya.

BAB IV

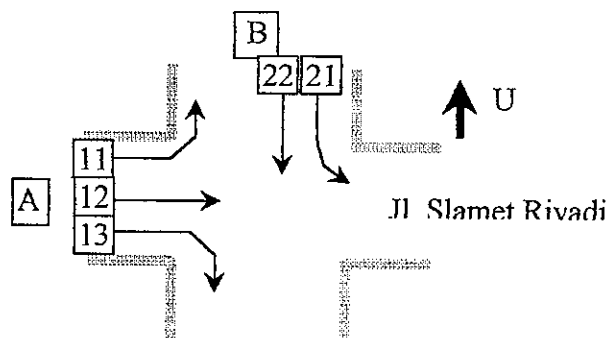
PENGUMPULAN DATA DAN ANALISA DATA

4.1 Pengumpulan Data

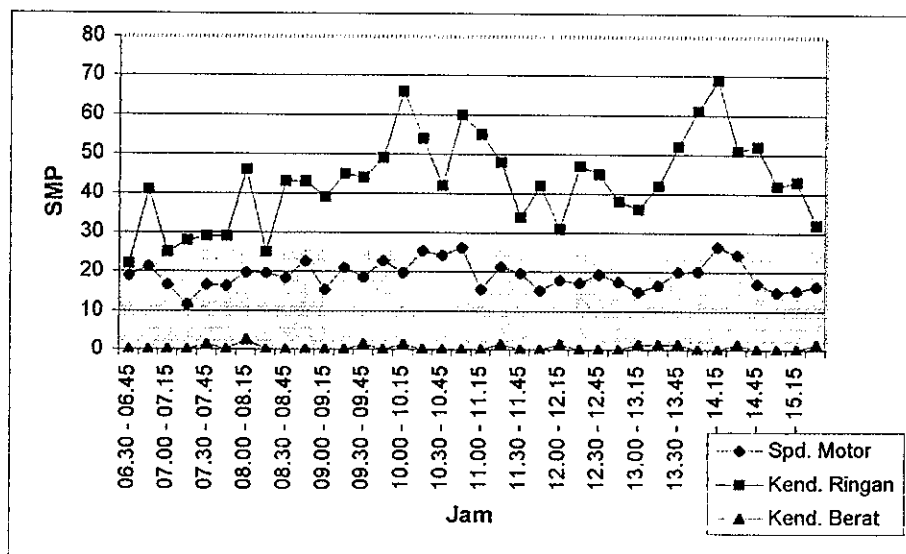
4.1.1 Volume Kendaraan

4.1.1.1 Simpang Luwes

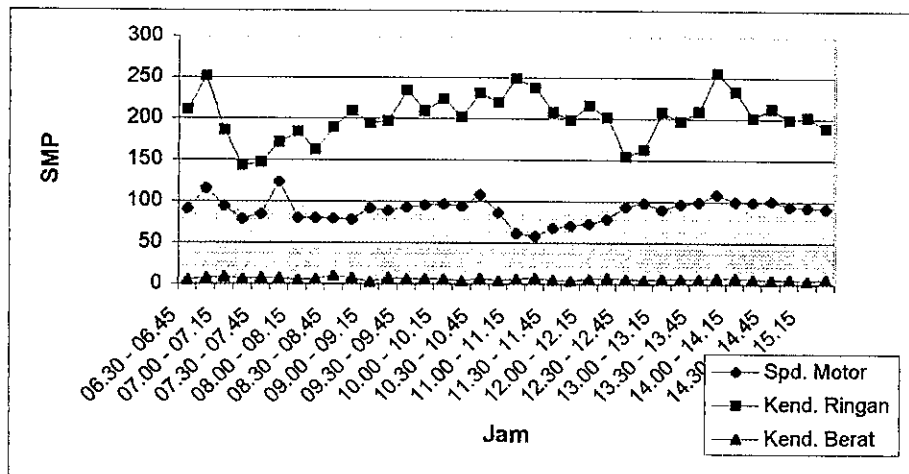
Hasil perhitungan arus kendaraan disajikan berbentuk tabel sebagaimana diperlihatkan dalam Lampiran 1 Tabel 1.1.a s/d Tabel 1.1.e , dengan satuan kendaraan dan satuan mobil penumpang untuk tiap-tiap arahnya. Adapun koding untuk tiap arah diperlihatkan dalam Gambar 4.1. Sedangkan bila ditampilkan kedalam grafik, fluktuasi arus lalu lintasnya diperlihatkan dalam Gambar 4.2.a s/d Gambar 4.2.e.



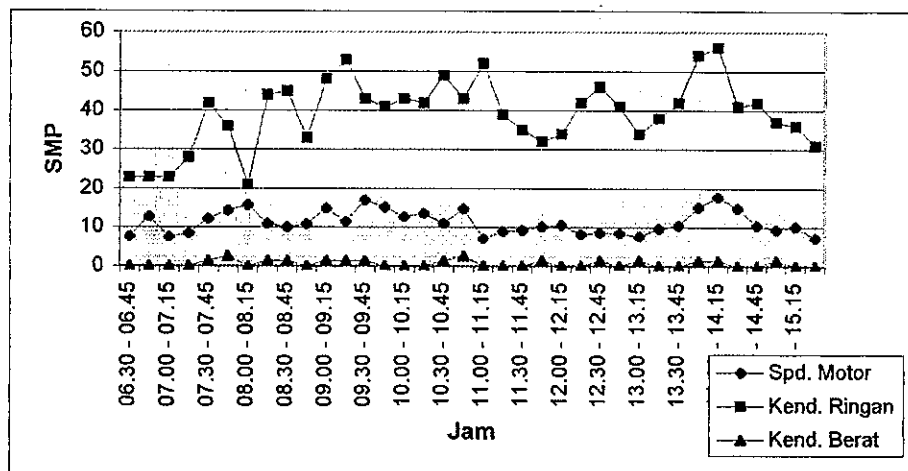
Gambar 4.1. Koding arah pergerakan arus simpang Luwes.



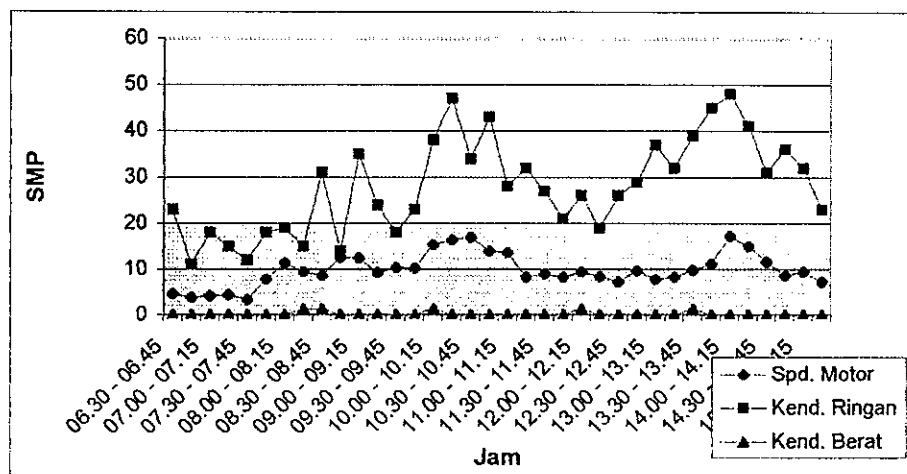
Gambar 4.2.a. Volume lalu lintas simpang Luwes arah 11.



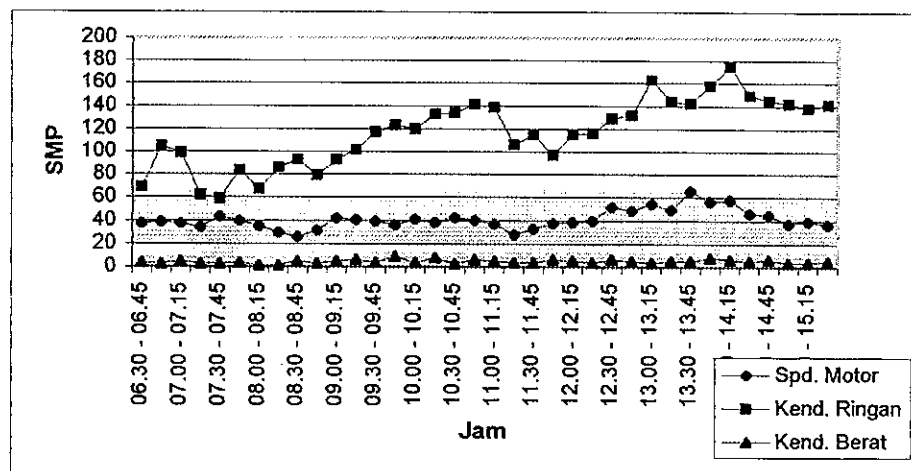
Gambar 4.2.b. Volume lalu lintas simpang Luwes arah 12.



Gambar 4.2.c. Volume lalu lintas simpang Luwes arah 13.



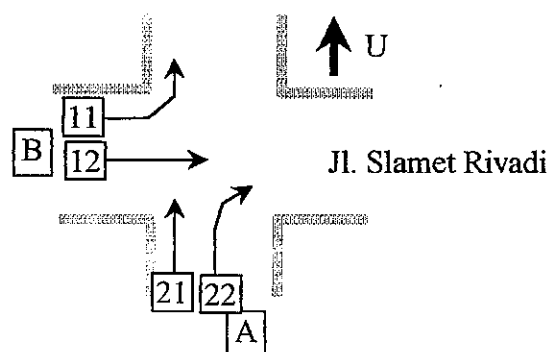
Gambar 4.2.d. Volume lalu lintas simpang Luwes arah 21.



Gambar 4.2.e. Volume lalu lintas simpang Luwes arah 22.

4.1.1.2 Simpang Pasar Pon

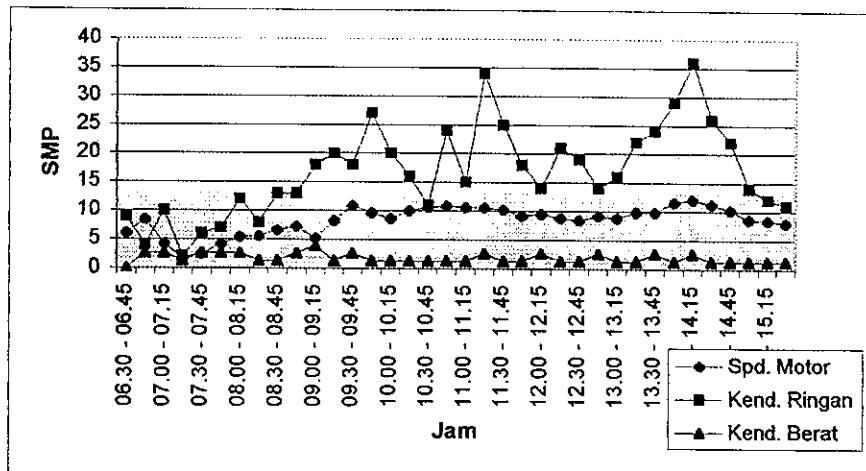
Hasil perhitungan arus kendaraan disajikan berbentuk tabel sebagaimana diperlihatkan dalam Lampiran 1 Tabel 1.2.a s/d Tabel 1.2.d, dengan satuan kendaraan dan satuan mobil penumpang untuk tiap-tiap arahnya. Adapun koding untuk tiap arah diperlihatkan dalam Gambar 4.3. Sedangkan bila ditampilkan kedalam grafik, fluktuasi arus lalu lintasnya diperlihatkan dalam Gambar 4.4.a s/d Gambar 4.4.d.



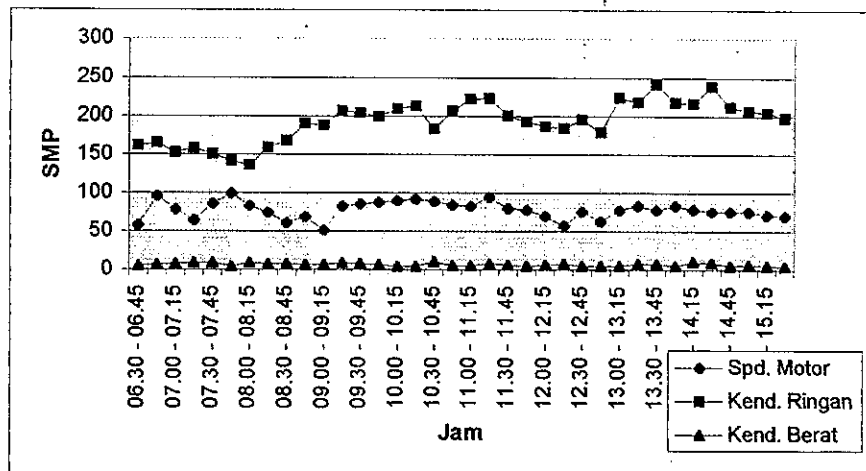
Gambar 4.3. Koding arah pergerakan arus simpang Pasar Pon.

4.1.1.3 Simpang Nonongan

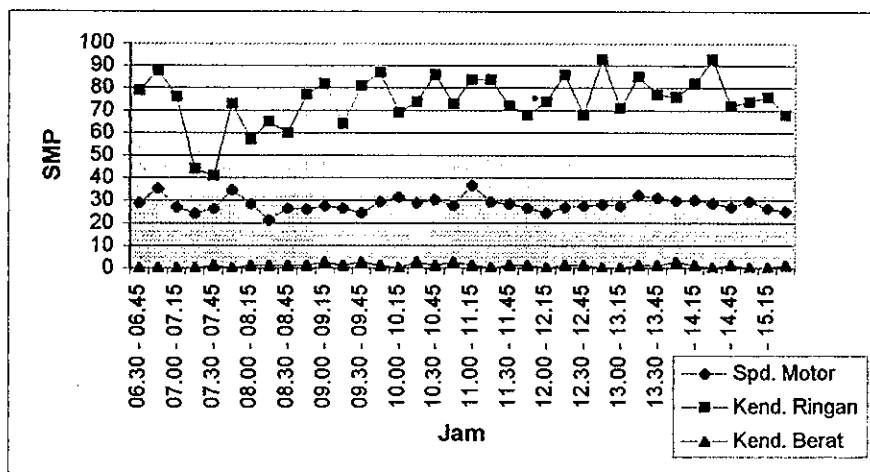
Hasil perhitungan arus kendaraan disajikan berbentuk tabel sebagaimana diperlihatkan dalam Lampiran 1 Tabel 1.3.a s/d Tabel 1.3.e, dengan satuan kendaraan dan satuan mobil penumpang untuk tiap-tiap arahnya. Adapun koding untuk tiap arah diperlihatkan dalam Gambar 4.5. Sedangkan bila ditampilkan kedalam grafik, fluktuasi arus lalu lintasnya diperlihatkan dalam Gambar 4.6.a s/d Gambar 4.6.e.



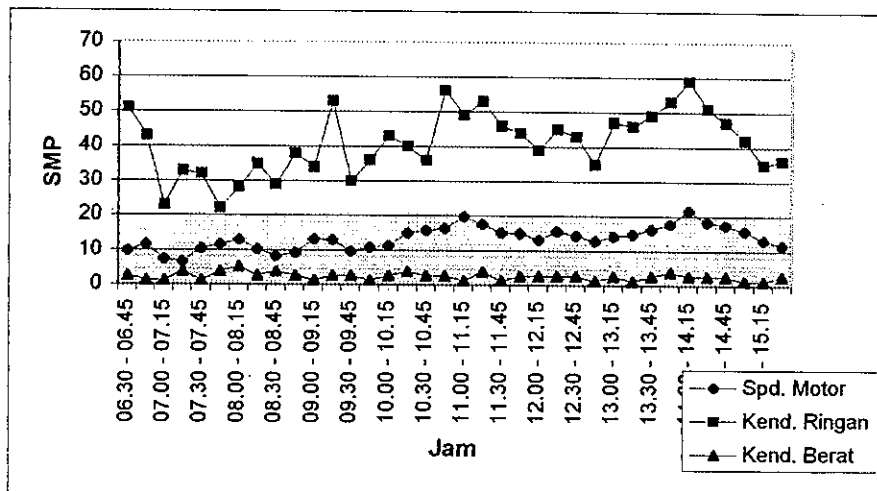
Gambar 4.4.a. Volume lalu lintas simpang Pasar Pon arah 11.



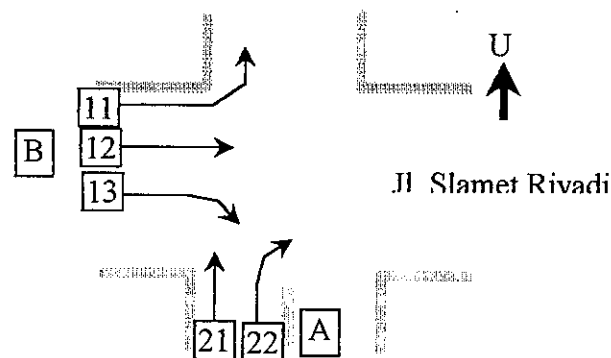
Gambar 4.4.b. Volume lalu lintas simpang Pasar Pon arah 12.



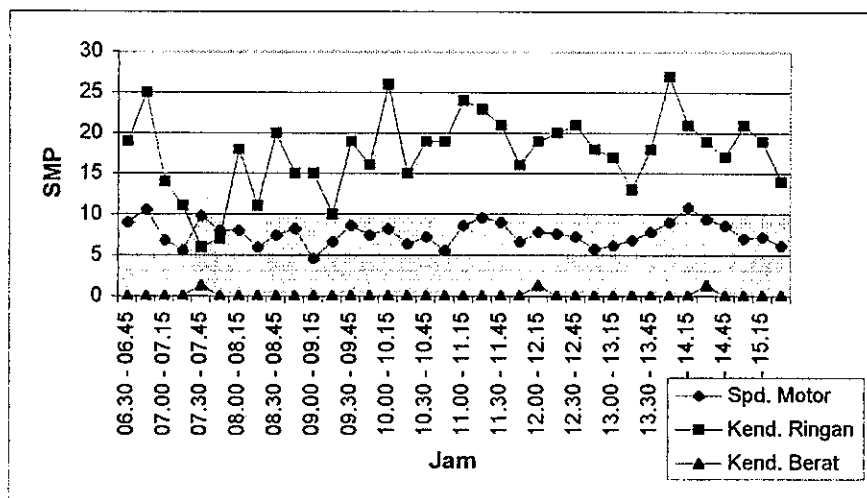
Gambar 4.4.c. Volume lalu lintas simpang Pasar Pon arah 21.



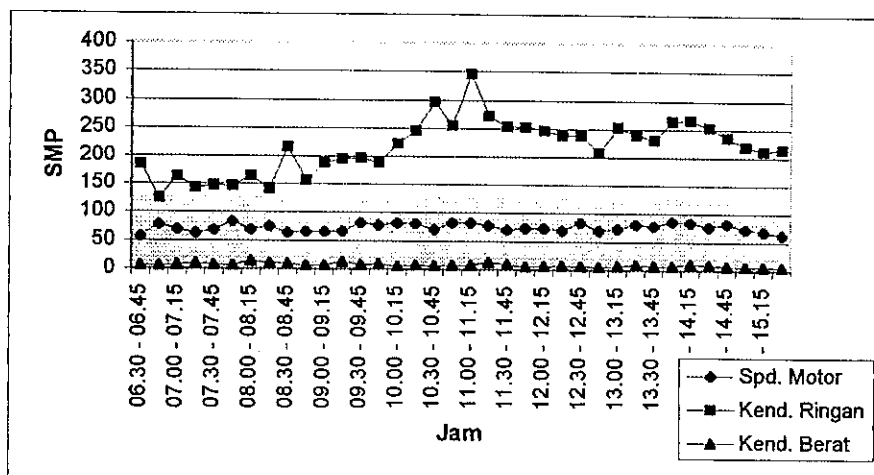
Gambar 4.4.d. Volume lalu lintas simpang Pasar Pon arah 22.



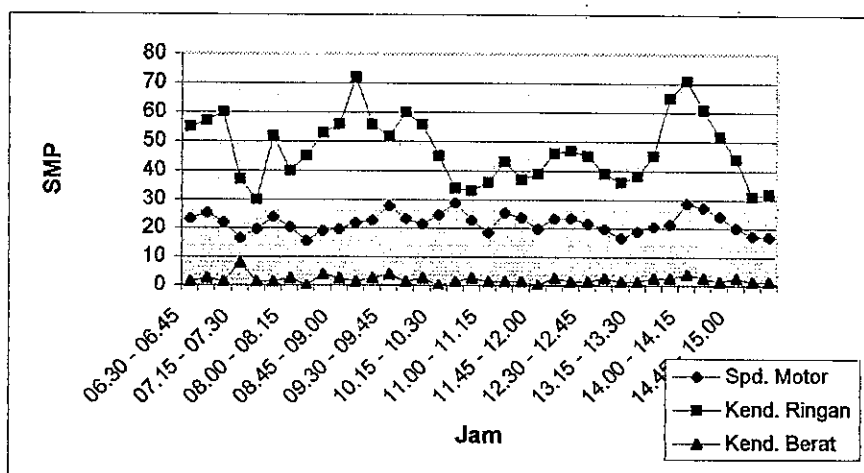
Gambar 4.5. Koding arah pergerakan arus simpang Nonongan.



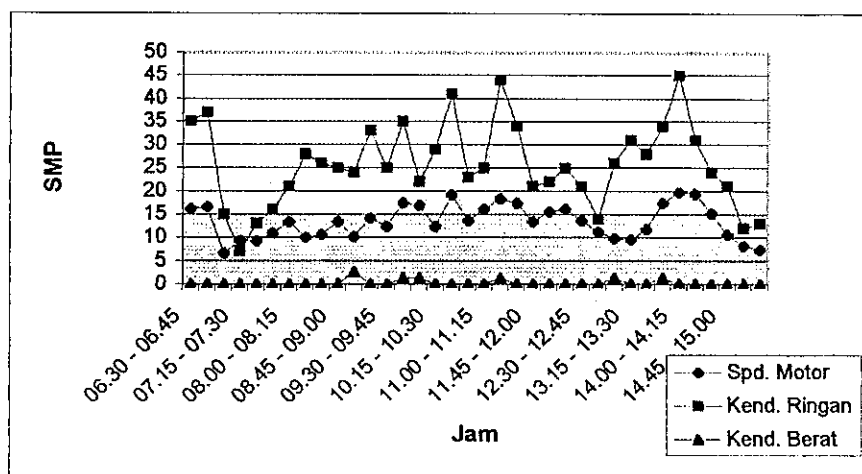
Gambar 4.6.a. Volume lalu lintas simpang Nonongan 11.



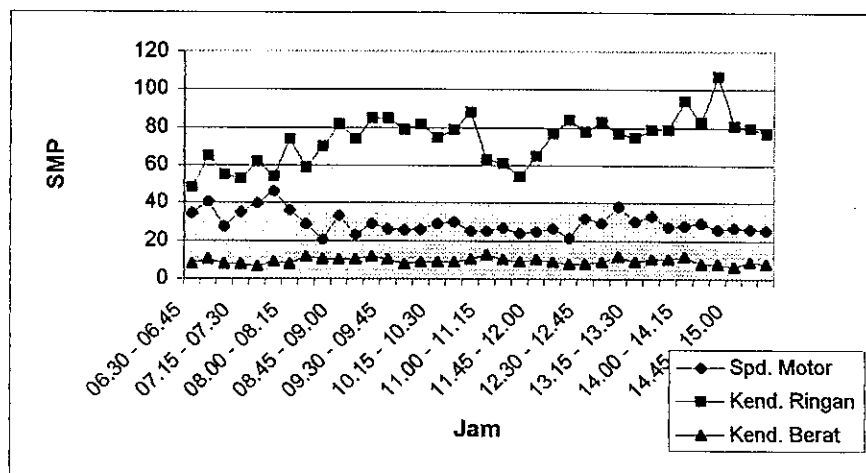
Gambar 4.6.b. Volume lalu lintas simpang Nonongan arah 12.



Gambar 4.6.c. Volume lalu lintas simpang Nonongan arah 13.



Gambar 4.6.d. Volume lalu lintas simpang Nonongan arah 21.

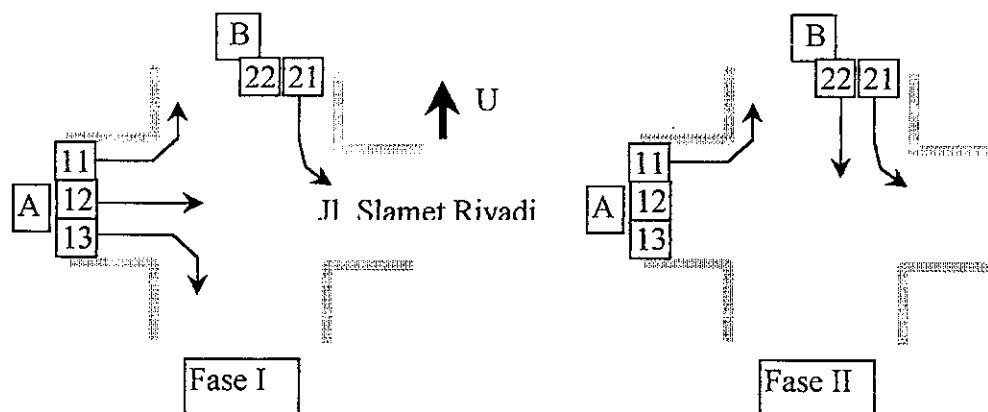


Gambar 4.6.e. Volume lalu lintas simpang Nonongan arah 22.

4.1.2 Fase dan Waktu Siklus

4.1.2.1 Simpang Luwes

Dari hasil survai, pembagian fase dan siklus sinyal pada simpang Luwes selama sehari diperlihatkan dalam Gambar 4.7., dan Tabel 4.1.



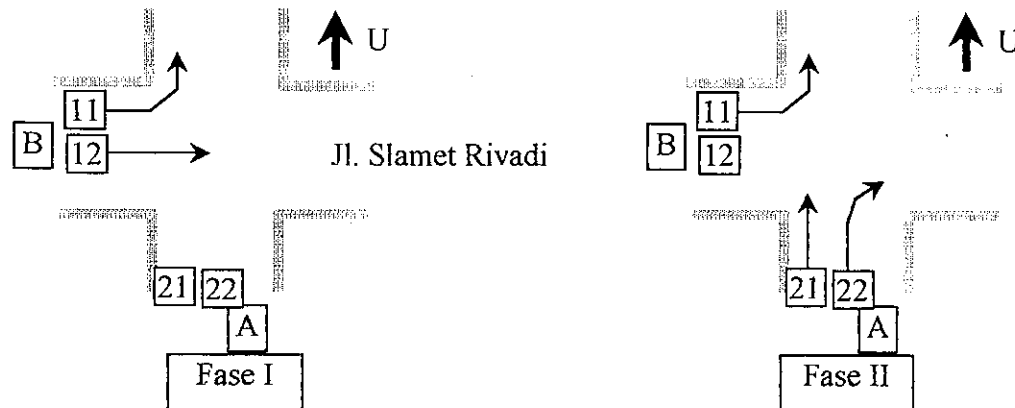
Gambar 4.7. Pembagian fase simpang Luwes

Tabel 4.1. Pembagian siklus simpang Luwes dari hasil Survei.

Sinyal	Stage	Pengamatan (detik)				Siklus (detik)
		I	II	III	Rata-Rata	
All-Red	I - II	3.295	3.249	3.346	3.297	
	II - I	3.373	3.360	3.470	3.401	
K	I	3.300	3.313	3.480	3.364	59.406
M	I	29.303	29.303	29.076	29.227	
H	I	26.857	26.816	26.770	26.814	
K	II	3.300	3.336	3.290	3.309	
M	II	36.807	36.836	36.794	36.812	
H	II	19.025	18.978	18.979	18.994	

4.1.2.2 Simpang Pasar Pon

Dari hasil survai, pembagian fase dan siklus sinyal pada simpang Pasar Pon selama sehari diperlihatkan dalam Gambar 4.8., dan Tabel 4.2.



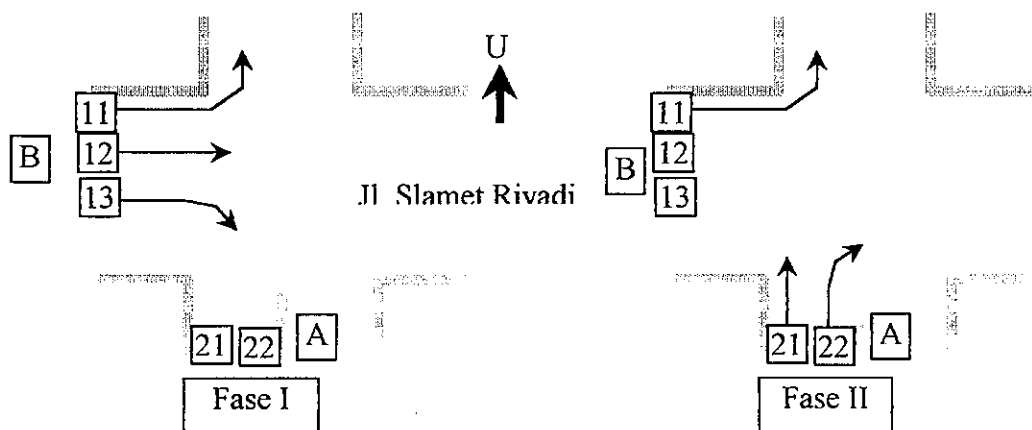
Gambar 4.8. Pembagian fase simpang Pasar Pon.

Tabel 4.2. Pembagian siklus simpang Pasar Pon dari hasil Survei.

Sinyal	Stage	Pengamatan (detik)				Siklus (detik)
		I	II	III	Rata-Rata	
All-Red	I - II	2.732	2.395	2.635	2.587	
	II - I	3.226	3.096	3.249	3.190	
K	I	3.124	3.000	3.193	3.106	57.733
M	I	33.572	33.803	33.582	33.652	
H	I	21.014	20.944	20.968	20.975	
K	II	3.138	3.060	2.986	3.061	57.958
M	II	29.617	28.550	28.684	28.950	
H	II	26.008	25.943	25.888	25.946	

4.1.2.3 Simpang Nonongan

Dari hasil survai, pembagian fase dan siklus sinyal pada simpang Nonongan selama sehari diperlihatkan dalam Gambar 4.9., dan Tabel 4.3.



Gambar 4.9. Pembagian fase simpang Nonongan.

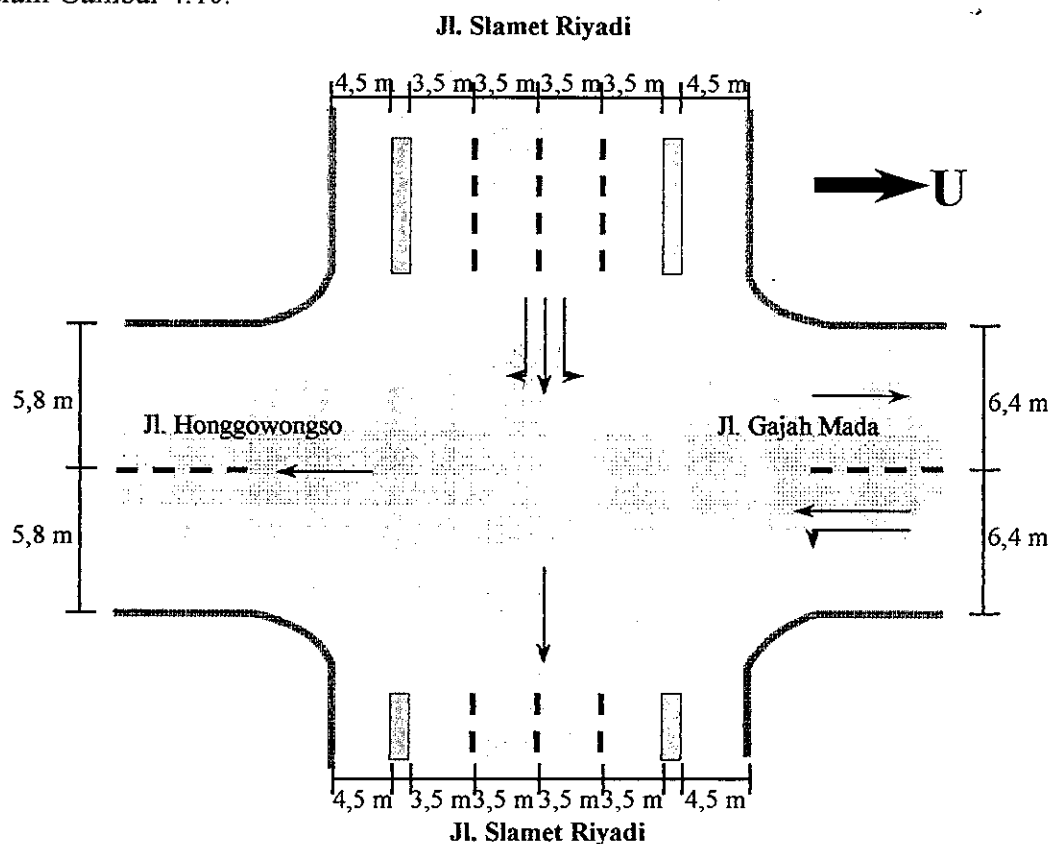
Tabel 4.3. Pembagian siklus simpang Nonongan dari hasil Survei.

Sinyal	Stage	Pengamatan (detik)				Siklus (detik)
		I	II	III	Rata-Rata	
All-Red	I - II	3.092	3.133	3.124	3.116	
	II - I	3.013	3.009	3.120	3.047	
K	I	4.661	4.610	4.596	4.622	74.243
M	I	41.802	41.834	41.862	41.833	
H	I	27.844	27.817	27.702	27.788	
K	II	4.615	4.532	4.550	4.566	74.273
M	II	38.718	38.709	38.820	38.749	
H	II	31.002	30.914	30.960	30.959	

4.1.3 Geometrik Simpang

4.1.3.1 Simpang Luwes

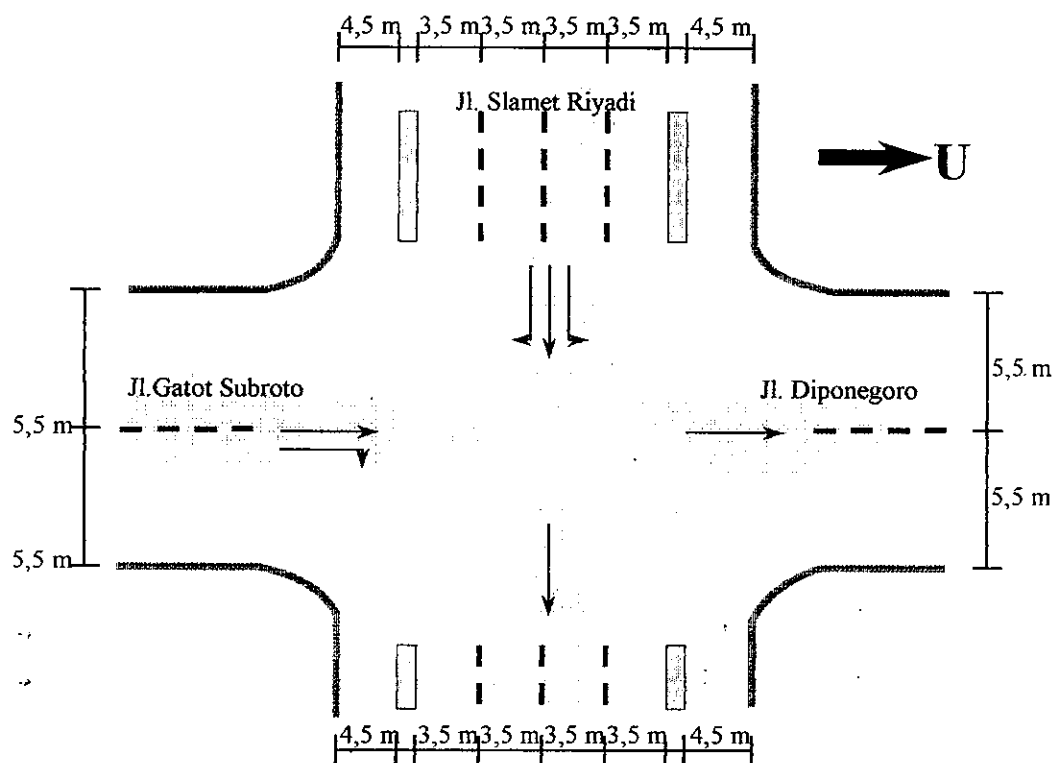
Hasil pengukuran geometrik simpang Luwes ditampilkan sebagaimana diperlihatkan dalam Gambar 4.10.



Gambar 4.10. Geometrik simpang Luwes.

4.1.3.2 Simpang Pasar Pon

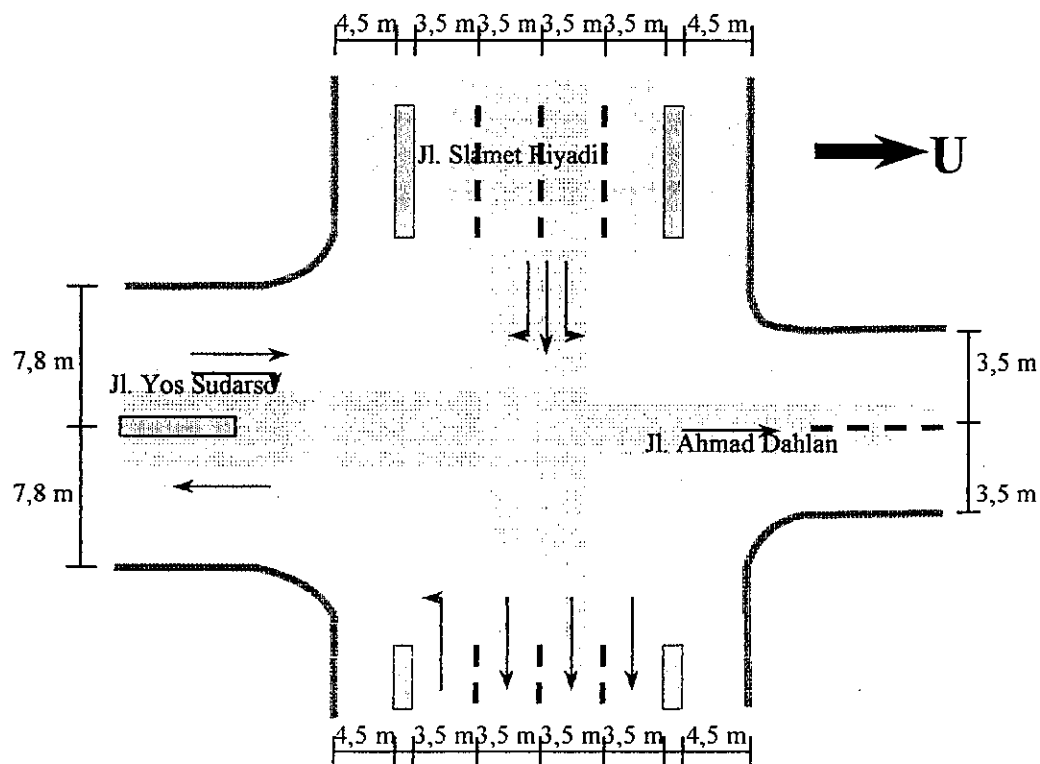
Hasil pengukuran geometrik simpang Pasar Pon ditampilkan sebagaimana diperlihatkan dalam Gambar 4.11.



Gambar 4.11. Dimensi geometrik simpang Pasar Pon.

4.1.3.3 Simpang Nonongan

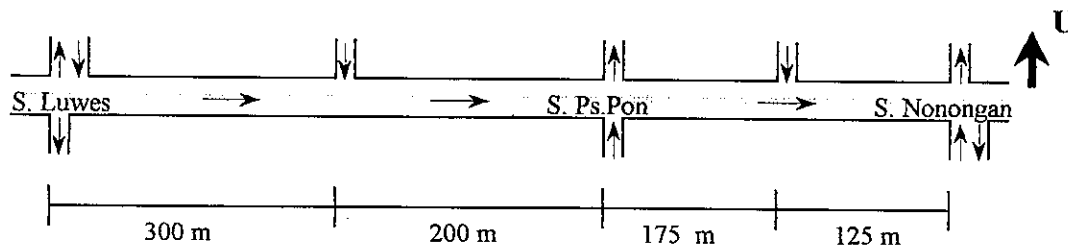
Hasil pengukuran geometrik simpang Nonongan ditampilkan sebagaimana diperlihatkan dalam Gambar 4.12.



Gambar 4.12. Dimensi geometrik simpang Nonongan.

4.1.4. Panjang Ruas antar Simpang

Dari hasil pengukuran di lapangan dengan menggunakan rol-meter, didapatkan data panjang ruas antar simpang sebagaimana ditunjukkan dalam Gambar 4.13.



Gambar 4.13. Panjang ruas antar simpang.

4.1.5. Platoon dan Kecepatan Rata-Rata.

Dari hasil pengamatan di lapangan pergerakan kendaraan dari simpang Luwes ke simpang Pasar Pon menunjukkan masih terjadinya platoon. Demikian juga platoon dijumpai pada pergerakan kendaraan dari simpang Pasar Pon menuju simpang Nonongan. Dengan adanya kondisi yang demikian, perhitungan sinyal terkoordinasi antar simpang bisa dilakukan. Adapun hasil perhitungan kecepatan rata-rata pergerakan kendaraan dalam platoon berdasarkan survai *moving car*, diperlihatkan dalam Tabel 4.4. Kecepatan rata-rata ruas antara simpang Luwes menuju simpang Pasar Pon berkisar 30 s/d 38 km/jam. Sedangkan antara simpang Pasar Pon menuju simpang Nonongan berkisar 27 s/d 36 km/jam.

Tabel 4.4. Kecepatan Rata-rata Kendaraan.

Jam	Kend. dm. Platoon	Ruas 1		Ruas 2		Kecepatan		Kec rata-rata	
		Panjang (m)	Waktu (det)	Panjang (m)	Waktu (det)	Ruas 1 (km/jam)	Ruas 2 (km/jam)	Ruas 1 (km/jam)	Ruas 2 (km/jam)
07.00	Awal	500	45.53	300	29.547	39.53	36.55	37.57	35.90
	Akhir	500	50.552	300	30.634	35.61	35.25		
08.00	Awal	500	47.233	300	33.411	38.11	32.32	33.08	30.26
	Akhir	500	64.158	300	38.317	28.06	28.19		
09.00	Awal	500	50.672	300	37.301	35.52	28.95	32.13	28.11
	Akhir	500	62.653	300	39.6	28.73	27.27		
10.00	Awal	500	45.383	300	35.884	39.66	30.10	36.93	32.27
	Akhir	500	52.629	300	31.352	34.20	34.45		
11.00	Awal	500	40.116	300	31.094	44.87	34.73	36.23	29.71
	Akhir	500	65.252	300	43.749	27.59	24.69		
12.00	Awal	500	50.856	300	34.952	35.39	30.90	31.74	28.01
	Akhir	500	64.105	300	42.983	28.08	25.13		
13.00	Awal	500	53.293	300	34.556	33.78	31.25	30.71	27.19
	Akhir	500	65.132	300	46.707	27.64	23.12		
14.00	Awal	500	54.89	300	40.93	32.79	26.39	31.45	28.04
	Akhir	500	59.793	300	36.373	30.10	29.69		

4.2 Analisa Data

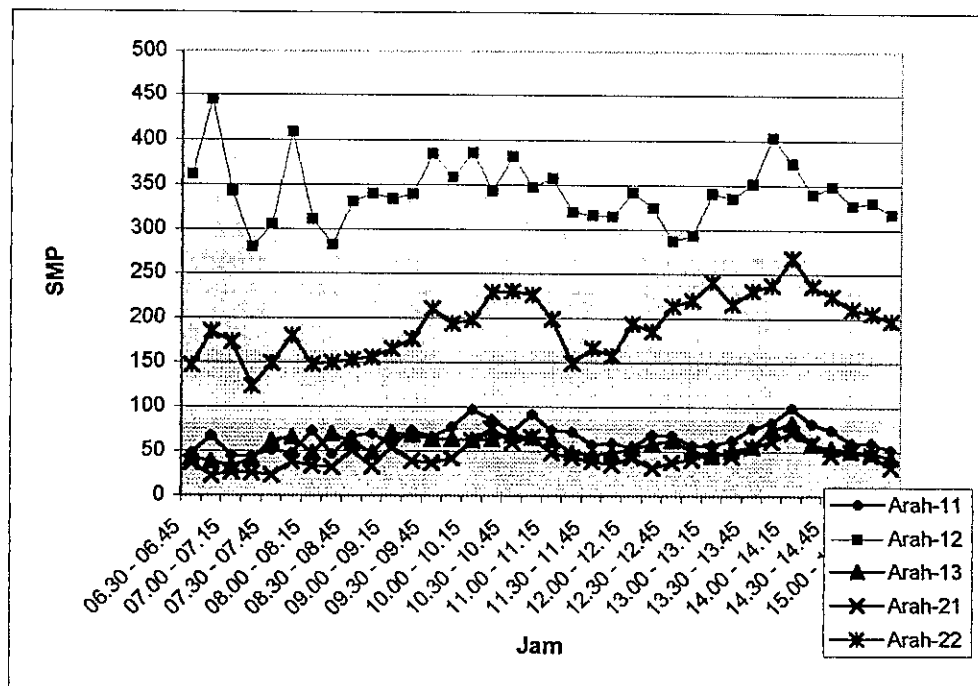
4.2.1 Prinsip Analisa Data

Analisa data yang dilakukan adalah dengan menganalisis data hasil survai, membandingkan hasil perhitungan pendekatan MKJI dengan TRANSYT, dan korelasi antara hasil pendekatan MKJI dengan TRANSYT dengan menggunakan analisa regresi.

4.2.2 Analisa

4.2.2.1 Volume lalu lintas

Agar mudah dalam pembahasan, untuk melihat hasil data arus lalu lintas, maka arus lalu lintas digambarkan dalam bentuk diagram garis. Data-data yang digunakan adalah data-data yang mendukung ke arah analisa dan pembahasan. Adapun data yang diperlihatkan adalah arus lalu lintas, pada masing-masing simpang. Hal ini dimaksudkan agar bisa diketahui bagaimana kondisi fluktuasi arus lalu lintas pada masing-masing ruas dan perbandingan antara arus ruas utama dan arus ruas sekunder. Adapun hasil dari analisa, diperlihatkan dalam Gambar 4.14 s/d Gambar 4.16.

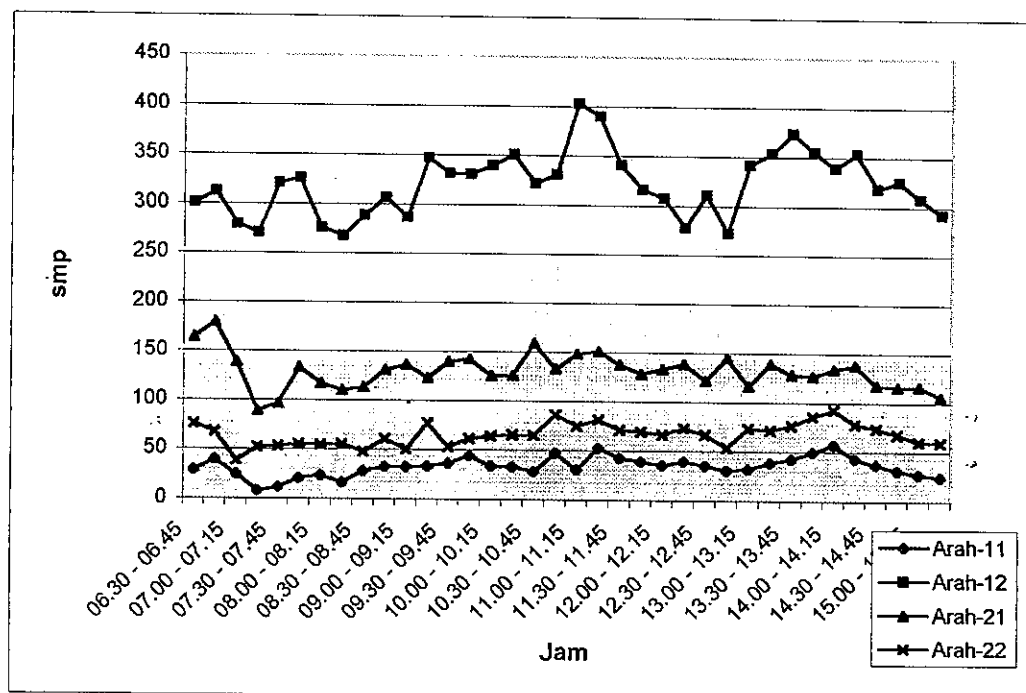


Gambar 4.14.. Arus lalu lintas pada simpang Luwes.

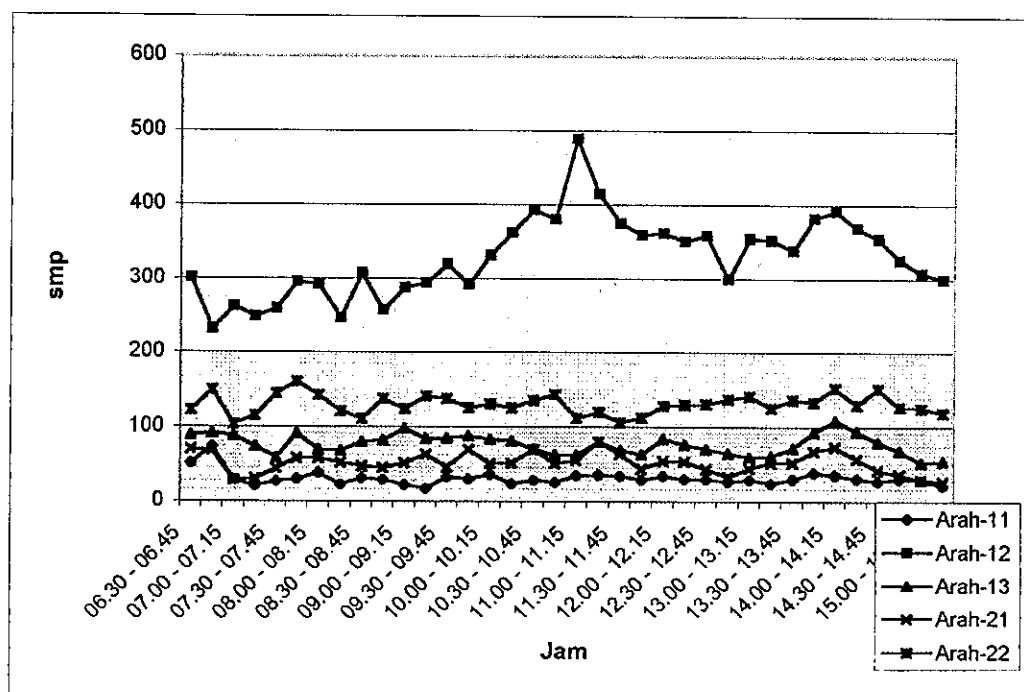
4.2.2.2 Arus Jenuh (*Saturation flow*)

Hasil perhitungan arus jenuh hasil pendekatan MKJI pada masing-masing kaki simpang ditunjukkan dalam Tabel 4.5. (contoh perhitungan masing-masing simpang untuk

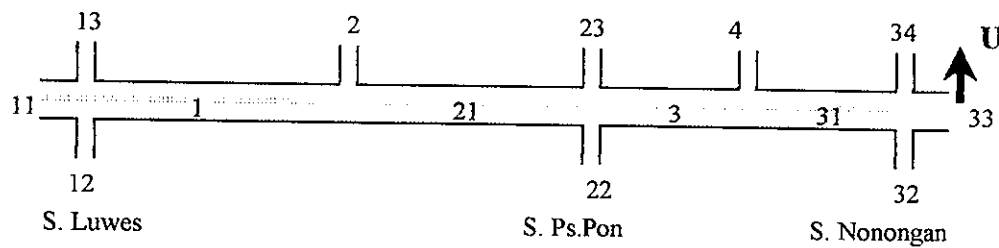
jam 06.30 - 07.30 ditunjukkan dalam Lampiran 3 Form SIG.4). Sedangkan arus jenuh pada program TRANSYT merupakan input data. Untuk mempermudah pemasukan dalam program, masing-masing ruas diberi kodifikasi nomor sebagaimana diperlihatkan dalam Gambar 4.17.



Gambar 4.15 Arus lalu lintas pada simpang Pasar Pon



Gambar 4.16. Arus lalu lintas pada simpang Nonongan



Gambar 4.17 Nomor kodifikasi ruas.

Tabel 4.5 Arus Jenuh

Jam	Arus Jenuh (S) (SMP/Jam Hijau)											
	Simp. Luwes				Simp. Ps. Pon				Simp. Nonongan			
	Pendekat				Pendekat				Pendekat			
	13	12	1	11	23	22	3	21	34	32	33	31
06.30 - 07.30	2854	3982	4973	4728	4137	3685	4973	4632	2959	3716	4973	4708
07.30 - 08.30	2792	3982	4973	4696	4137	3798	4973	4666	2959	3631	4973	4711
08.30 - 09.30	2888	3982	4973	4770	4137	3839	4973	4689	2959	3822	4973	4844
09.30 - 10.30	2876	3982	4973	4773	4137	3851	4973	4787	2959	3825	4973	4849
10.30 - 11.30	2931	3982	4973	4831	4137	3846	4973	4696	2959	3748	4973	4808
11.30 - 12.30	2955	3982	4973	4775	4137	3806	4973	4719	2959	3771	4973	4797
12.30 - 13.30	2981	3982	4973	4831	4137	3908	4973	4776	2959	3883	4973	4859
13.30 - 14.30	2997	3982	4973	4850	4137	3948	4973	4773	2959	3818	4973	4862
14.30 - 15.30	2972	3982	4973	4844	4137	3950	4973	4813	2959	3947	4973	4861

Sumber: Dari hasil rekap. perhitungan pedekatan MKJI.

4.2.2.3 Optimasi Siklus

Setelah masing-masing data yang diperlukan dimasukkan dalam software KAJI dan TRANSYT, didapatkan waktu siklus simpang terkoordinasi yang paling optimal sebagaimana diperlihatkan dalam Tabel 4.6. Hasil selengkapnya dapat dilihat pada Lampiran 2 untuk TRANSYT dan Lampiran 3 untuk pedekatan MKJI.

Tabel 4.6 Waktu siklus.

Jam	Siklus Pendekatan MKJI (dt)					Siklus Transyt (dt)
	Simpang				Akhir	
	Luwes	Ps. Pon	Non.			
06.30 - 07.30	45	50	45	45	30	
07.30 - 08.30	45	45	45	45	30	
08.30 - 09.30	45	50	45	45	35	
09.30 - 10.30	50	45	45	45	40	
10.30 - 11.30	50	50	50	50	40	
11.30 - 12.30	50	45	45	45	35	
12.30 - 13.30	50	50	45	50	35	
13.30 - 14.30	50	45	50	50	50	
14.30 - 15.30	50	50	45	45	40	

4.2.2.4 Kinerja Simpang Terkoordinasi dari hasil P-MKJI dan TRANSYT

Untuk mempermudah proses analisa selanjutnya, hasil perhitungan dengan menggunakan TRANSYT dan pendekatan MKJI ditabelkan sebagaimana diperlihatkan dalam Tabel 4.7. s/d Tabel 4.9. Hasil perhitungan selengkapnya dapat dilihat pada Lampiran 2 untuk TRANSYT dan Lampiran 3 untuk P-MKJI.

Tabel 4.7. Kinerja simpang terkoordinasi pada simpang Luwes.

Simpang	Pendekat	Waktu	Pendekatan MKJI			TRANSYT		
			DS	Tundaan (det/smp)	Antrian (smp)	DS	Tundaan (det/smp)	Antrian (smp)
Luwes	Slamet Riyadi (No Ruas: 11)	06.30 - 07.30	0,55	10,61	11,43	0,69	9	11
		07.30 - 08.30	0,50	9,72	10,07	0,67	9	10
		08.30 - 09.30	0,57	10,98	12,10	0,75	11	14
		09.30 - 10.30	0,67	13,59	15,13	0,84	15	20
		10.30 - 11.30	0,65	13,80	16,23	0,83	14	20
		11.30 - 12.30	0,59	12,43	12,39	0,75	12	14
		12.30 - 13.30	0,65	15,74	15,10	0,80	14	15
		13.30 - 14.30	0,75	16,81	19,34	0,90	21	29
		14.30 - 15.30	0,65	13,74	13,93	0,79	14	17
	Gajah Mada (No Ruas: 12)	06.30 - 07.30	0,65	20,30	5,96	0,76	20	6
		07.30 - 08.30	0,67	21,62	5,61	0,74	19	6
		08.30 - 09.30	0,68	21,22	6,49	0,74	18	7
		09.30 - 10.30	0,75	21,76	8,57	0,85	24	11
		10.30 - 11.30	0,73	22,05	9,31	0,85	24	12
		11.30 - 12.30	0,67	18,91	7,12	0,73	17	8
		12.30 - 13.30	0,70	18,64	9,97	0,86	21	11
		13.30 - 14.30	0,81	23,68	12,60	0,92	32	20
		14.30 - 15.30	0,75	20,66	9,27	0,81	20	11

Tabel 4.8. Kinerja simpang terkoordinasi pada simpang Pasar Pon.

Simpang	Pendekat	Waktu	Pendekatan MKJI			TRANSYT		
			DS	Tundaan (det/smp)	Antrian (smp)	DS	Tundaan (det/smp)	Antrian (smp)
Pasar Pon	Slamet Riyadi (No Ruas: 21)	06.30 - 07.30	0,43	9,87	7,78	0,51	6	6
		07.30 - 08.30	0,39	8,45	7,07	0,47	5	6
		08.30 - 09.30	0,44	9,42	8,24	0,50	5	6
		09.30 - 10.30	0,49	9,77	9,82	0,56	6	8
		10.30 - 11.30	0,52	11,15	11,41	0,60	7	10
		11.30 - 12.30	0,47	10,24	8,90	0,56	6	8
		12.30 - 13.30	0,46	10,07	9,98	0,57	6	8
		13.30 - 14.30	0,53	11,33	12,00	0,60	6	11
		14.30 - 15.30	0,46	9,54	9,08	0,51	5	8
	Gatot Subroto (No Ruas: 22)	06.30 - 07.30	0,56	17,61	6,48	0,54	12	5
		07.30 - 08.30	0,57	19,13	5,92	0,52	13	4
		08.30 - 09.30	0,59	18,76	6,79	0,55	14	5
		09.30 - 10.30	0,62	19,27	7,33	0,55	15	6
		10.30 - 11.30	0,63	19,93	9,14	0,58	15	7
		11.30 - 12.30	0,59	18,11	7,22	0,55	13	6
		12.30 - 13.30	0,61	20,24	8,38	0,55	13	6
		13.30 - 14.30	0,63	19,94	9,38	0,56	16	9
		14.30 - 15.30	0,60	18,84	7,07	0,53	15	6

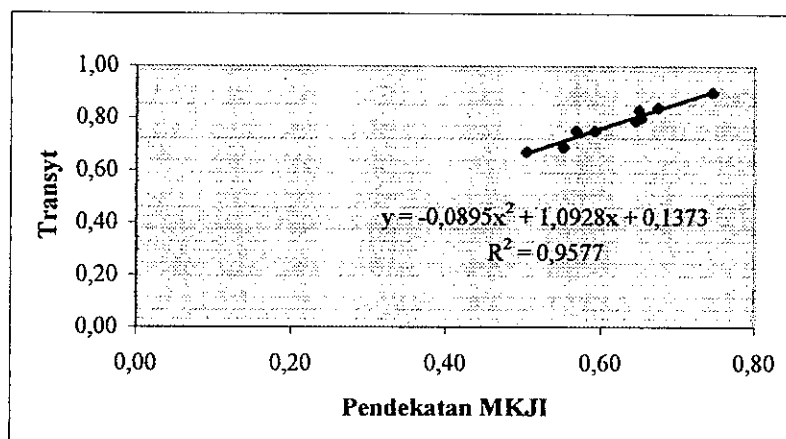
Tabel 4.9. Kinerja simpang terkoordinasi pada simpang Nonongan.

Simpang	Pendekat	Waktu	Pendekatan MKJI			TRANSYT		
			DS	Tundaan (det/smp)	Antrian (smp)	DS	Tundaan (det/smp)	Antrian (smp)
Nonongan	Slamet Riyadi (No Ruas: 31)	06.30 - 07.30	0,49	9,69	9,61	0,56	5	6
		07.30 - 08.30	0,47	9,47	9,24	0,57	5	6
		08.30 - 09.30	0,54	10,03	11,36	0,59	5	8
		09.30 - 10.30	0,59	10,53	13,17	0,61	5	8
		10.30 - 11.30	0,66	11,26	17,56	0,71	6	11
		11.30 - 12.30	0,59	9,85	13,21	0,65	5	9
		12.30 - 13.30	0,56	10,05	13,59	0,64	5	8
		13.30 - 14.30	0,66	12,02	17,63	0,68	6	12
		14.30 - 15.30	0,53	9,27	11,43	0,58	5	7
	Yos Sudarso (No Ruas: 32)	06.30 - 07.30	0,59	19,94	6,12	0,62	16	5
		07.30 - 08.30	0,63	20,66	6,55	0,58	14	5
		08.30 - 09.30	0,66	21,27	7,48	0,63	16	6
		09.30 - 10.30	0,68	21,66	7,80	0,67	19	7
		10.30 - 11.30	0,71	24,43	8,94	0,69	20	8
		11.30 - 12.30	0,69	22,75	7,27	0,67	19	6
		12.30 - 13.30	0,66	23,13	8,24	0,62	16	6
		13.30 - 14.30	0,71	23,32	9,52	0,66	21	10
		14.30 - 15.30	0,68	22,31	7,31	0,60	18	7

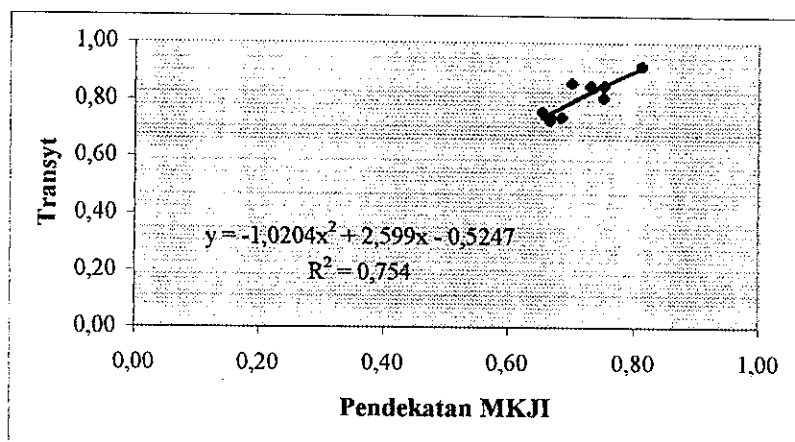
4.2.2.5 Korelasi antara Pendekatan MKJI dengan TRANSYT

a). Korelasi Pendekatan MKJI ke TRANSYT

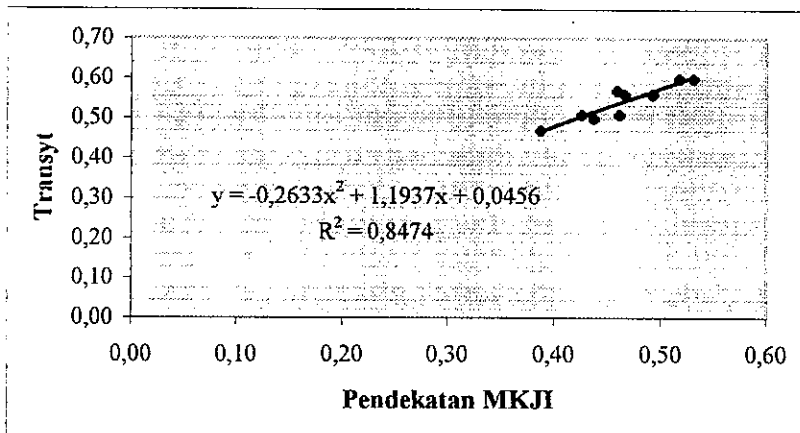
Korelasi terkuat ternyata jika semuanya didekati lewat regresi non linier kuadratis. Adapun hasil korelasi tiap pendekat diperlihatkan dalam Gambar 4.18. s/d Gambar 4.35. Korelasi pada ruas utama dan minor diperlihatkan dalam Gambar 4.36 s/d Gambar 4.41. Korelasi seluruh simpang diperlihatkan dalam Gambar 4.42 s/d Gambar 4.44.



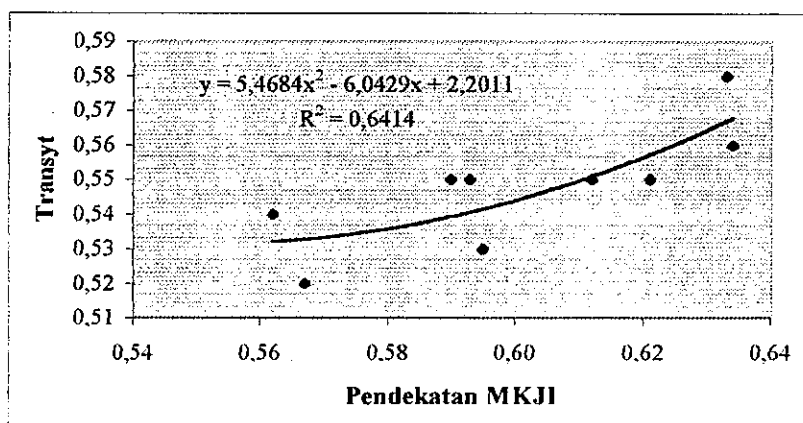
Gambar 4.18 Korelasi Pendekatan MKJI ke TRANSYT untuk Derajat Kejenuhan simpang Luwes pendekat Jl. S Riyadi.



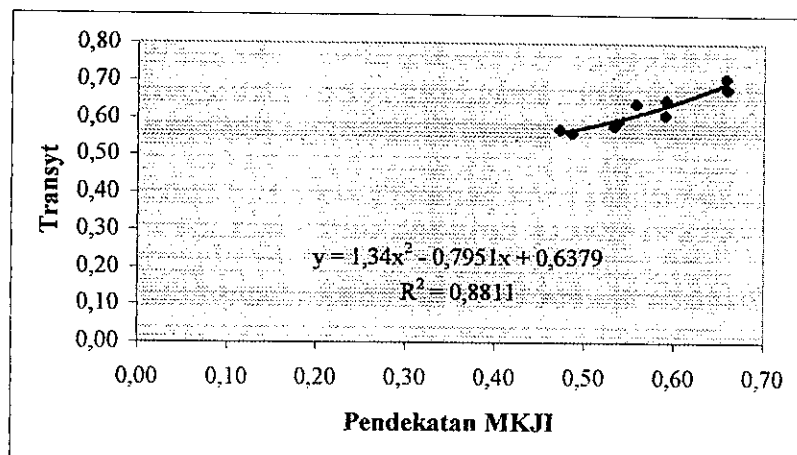
Gambar 4.19 Korelasi Pendekatan MKJI ke TRANSYT untuk Derajat Kejenuhan simpang Luwes pendekat Jl. Gajah Mada.



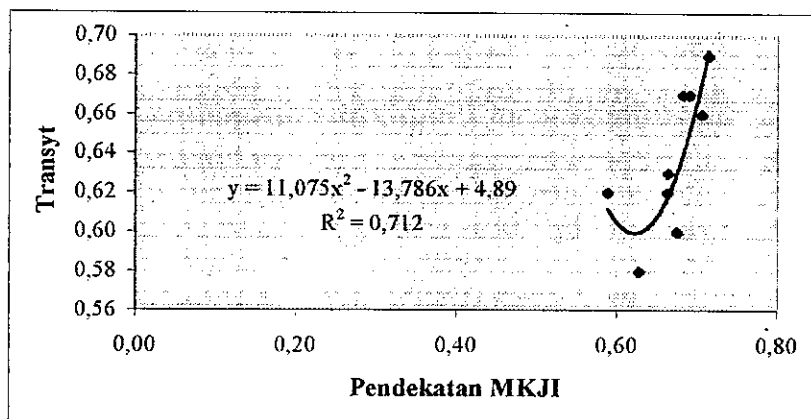
Gambar 4.20 Korelasi Pendekatan MKJI ke TRANSYT untuk Derajat Kejenuhan simpang Ps. Pon pendekat Jl. S Riyadi.



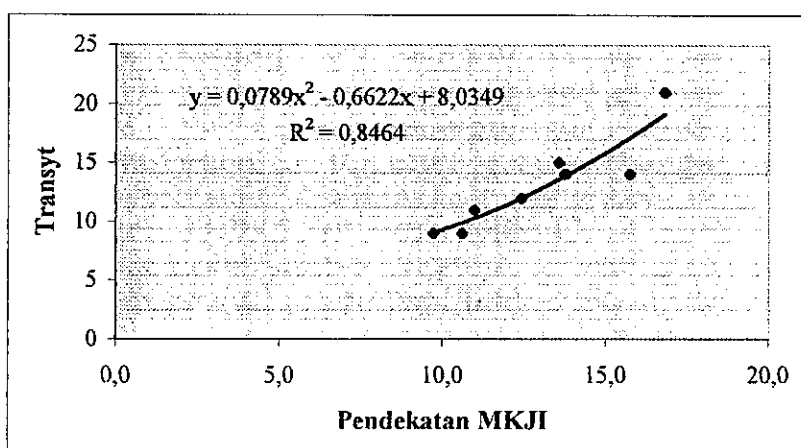
Gambar 4.21 Korelasi Pendekatan MKJI ke TRANSYT untuk Derajat Kejenuhan simpang Ps. Pon pendekat Jl. G. Subroto.



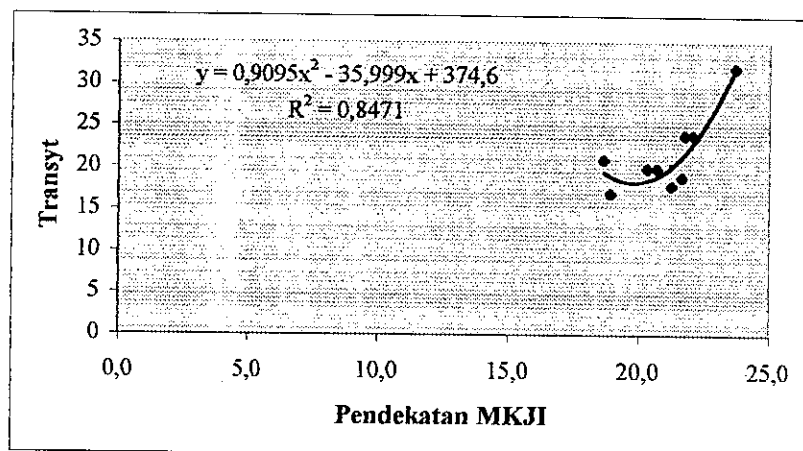
Gambar 4.22 Korelasi Pendekatan MKJI ke TRANSYT untuk Derajat Kejenuhan simpang Nonongan pendekat Jl. S. Riyadi



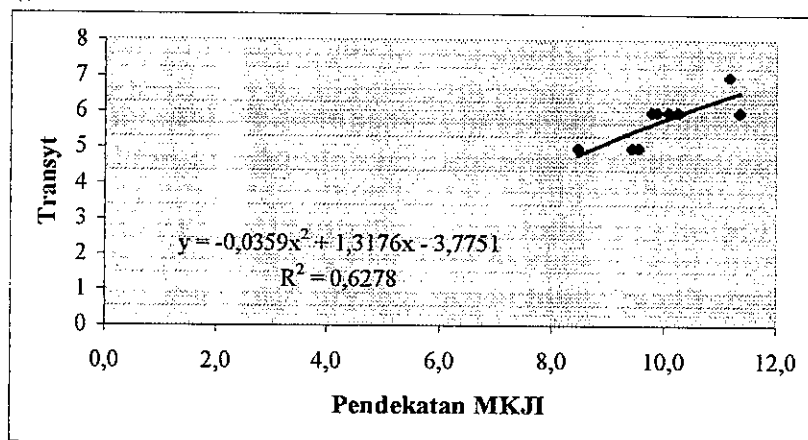
Gambar 4.23 Korelasi Pendekatan MKJI ke TRANSYT untuk Derajat Kejenuhan simpang Nonongan pendekat Jl. Honggowongso.



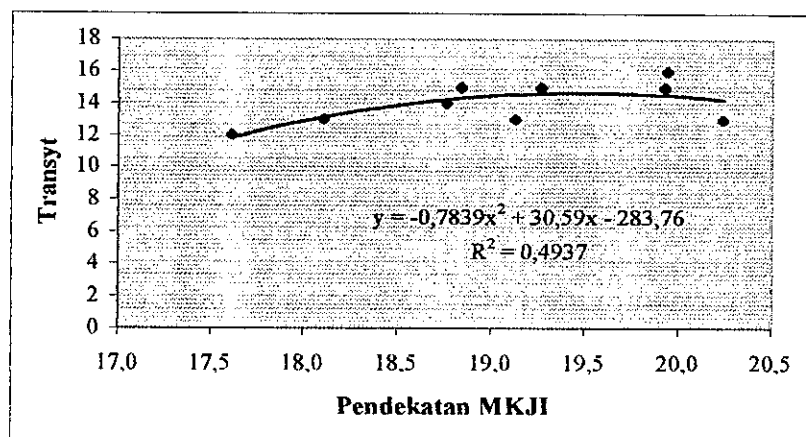
Gambar 4.24 Korelasi Pendekatan MKJI ke TRANSYT untuk Tundaan simpang Luwes pendekat Jl. S. Riyadi.



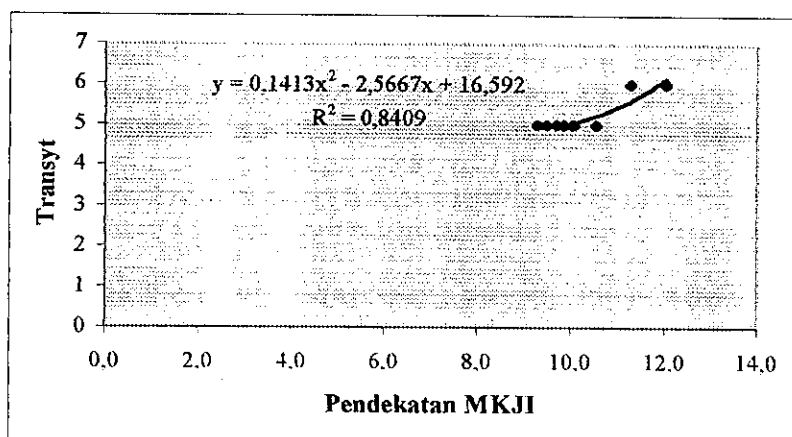
Gambar 4.25 Korelasi Pendekatan MKJI ke TRANSYT untuk Tundaan simpang Luwes pendekat Jl. G. Mada.



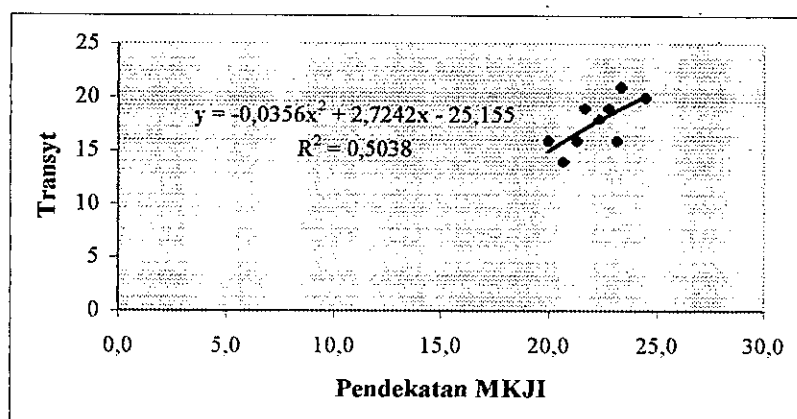
Gambar 4.26 Korelasi Pendekatan MKJI ke TRANSYT untuk Tundaan simpang Ps. Pon pendekat Jl. S Riyadi.



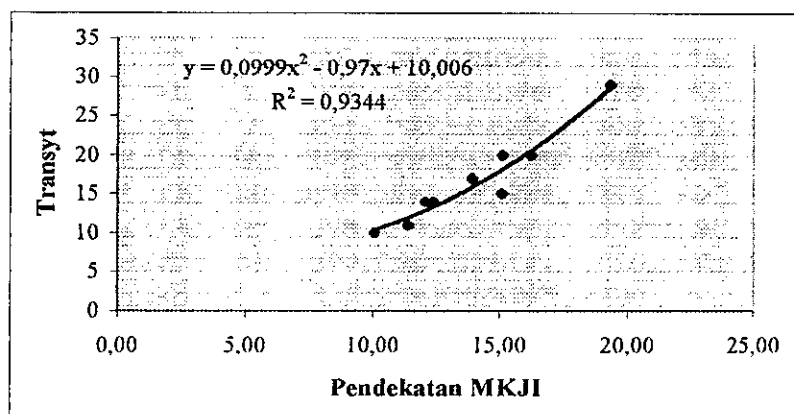
Gambar 4.27 Korelasi Pendekatan MKJI ke TRANSYT untuk Tundaan simpang Ps. Pon pendekat Jl. G. Subroto.



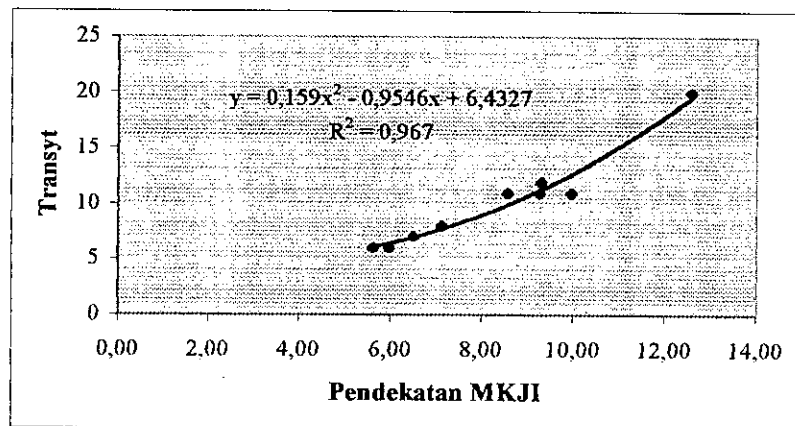
Gambar 4.28 Korelasi Pendekatan MKJI ke TRANSYT untuk Tundaan simpang Nonongan pendekat Jl. S. Riyadi.



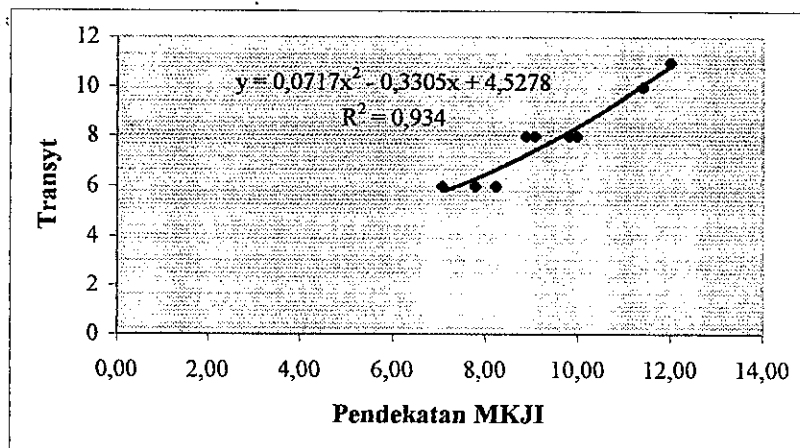
Gambar 4.29 Korelasi Pendekatan MKJI ke TRANSYT untuk Tundaan simpang Nonongan pendekat Jl. H.Wongso.



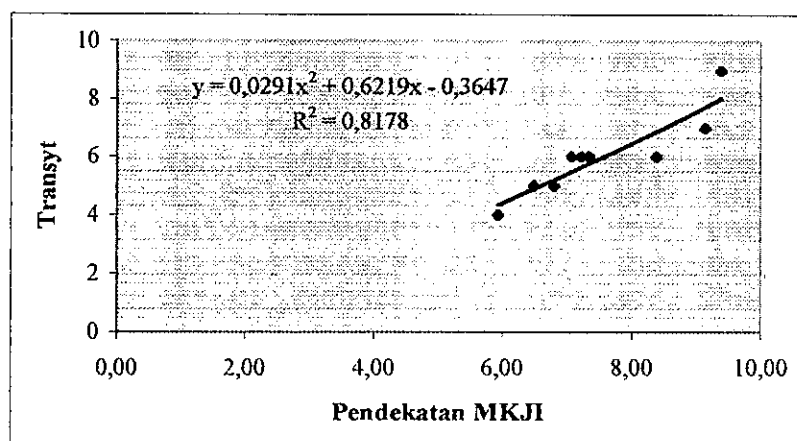
Gambar 4.30 Korelasi Pendekatan MKJI ke TRANSYT untuk Antrian simpang Luwes pendekat Jl. S. Riyadi.



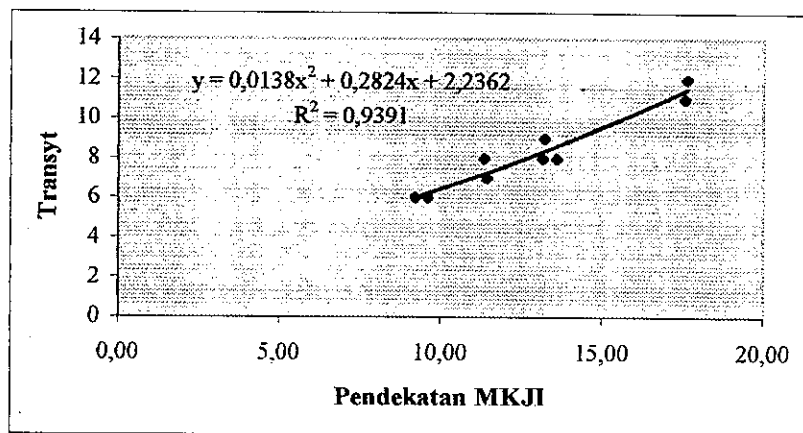
Gambar 4.31 Korelasi Pendekatan MKJI ke TRANSYT untuk Antrian simpang Luwes pendekat Jl. Gajah Mada.



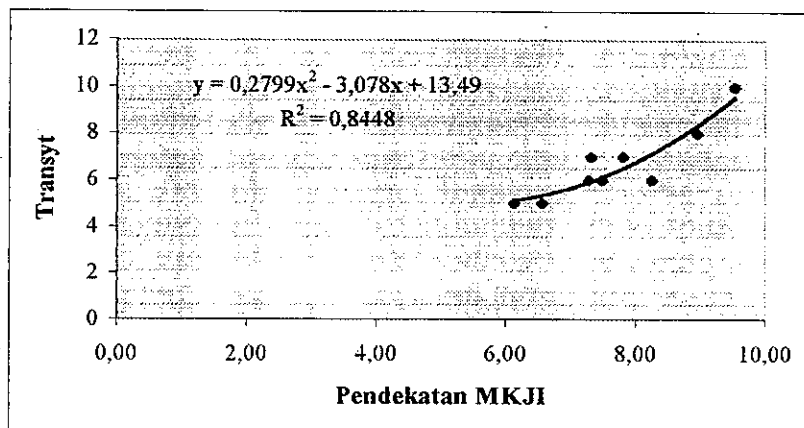
Gambar 4.32 Korelasi Pendekatan MKJI ke TRANSYT untuk Antrian simpang Pasar Pon pendekat Jl. S. Riyadi.



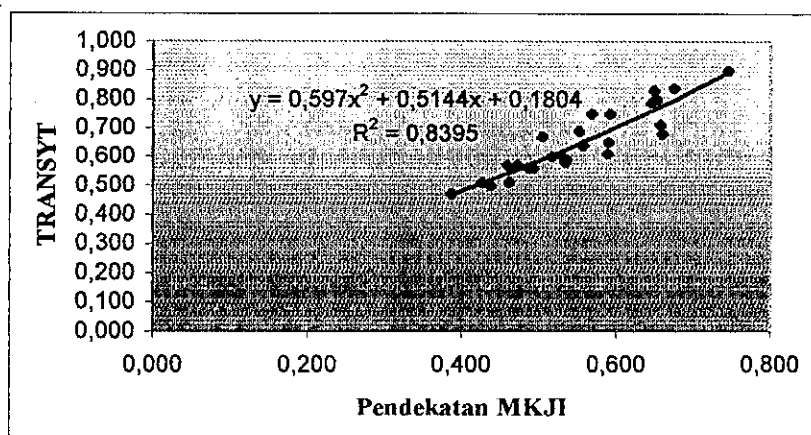
Gambar 4.33 Korelasi Pendekatan MKJI ke TRANSYT untuk Antrian simpang Pasar Pon pendekat Jl. Gatot Subroto.



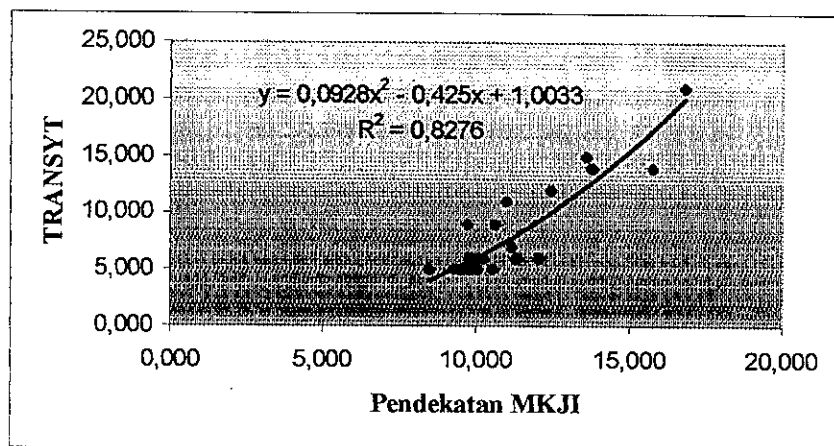
Gambar 4.34 Korelasi Pendekatan MKJI ke TRANSYT untuk Antrian simpang Nonongan pendekat Jl. Slamet Riyadi.



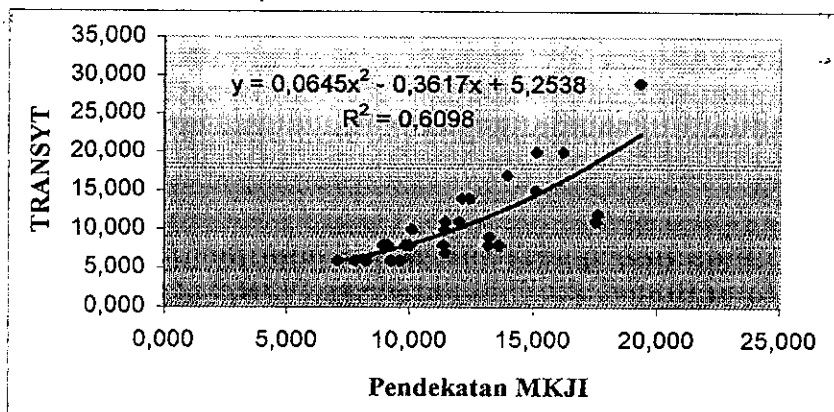
Gambar 4.35 Korelasi Pendekatan MKJI ke TRANSYT untuk Antrian simpang Nonongan pendekat Jl. Honggowongso.



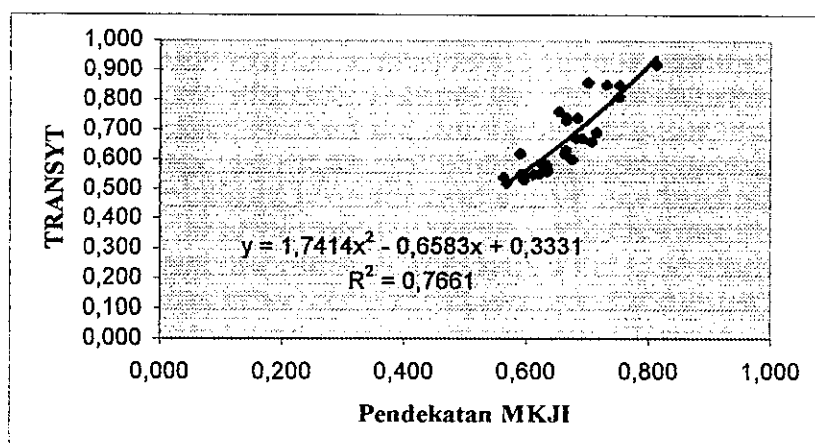
Gambar 4.36 Korelasi Pendekatan MKJI ke TRANSYT untuk Derajat Kejenuhan pada ruas utama (Jl. Slamet Riyadi).



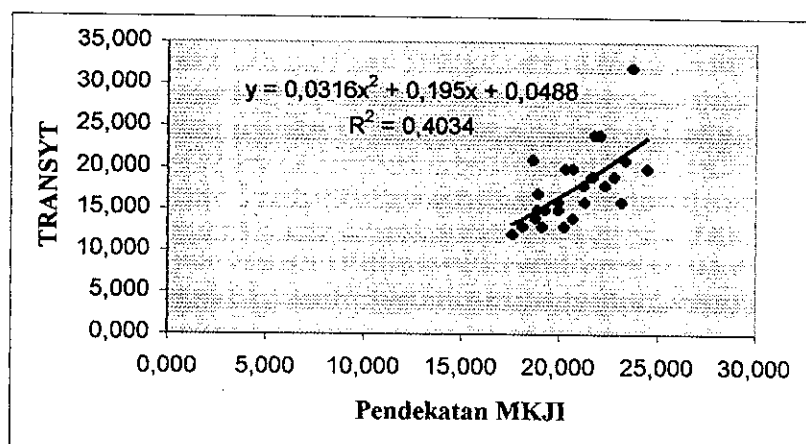
Gambar 4.37 Korelasi Pendekatan MKJI ke TRANSYT untuk tundaan pada ruas utama (Jl. Slamet Riyadi).



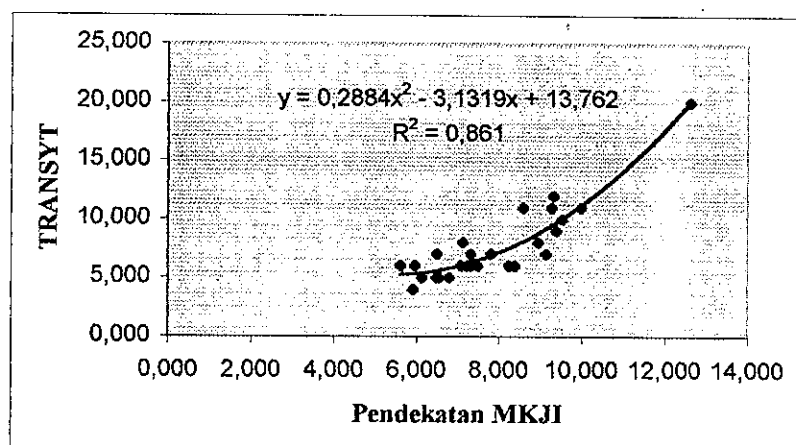
Gambar 4.38 Korelasi Pendekatan MKJI ke TRANSYT untuk Antrian pada ruas utama (Jl. Slamet Riyadi).



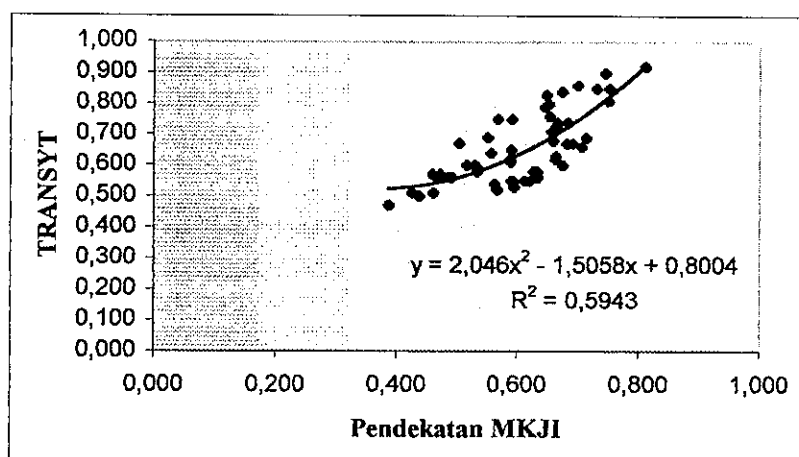
Gambar 4.39 Korelasi Pendekatan MKJI ke TRANSYT untuk Derajat Kejenuhan pada ruas minor.



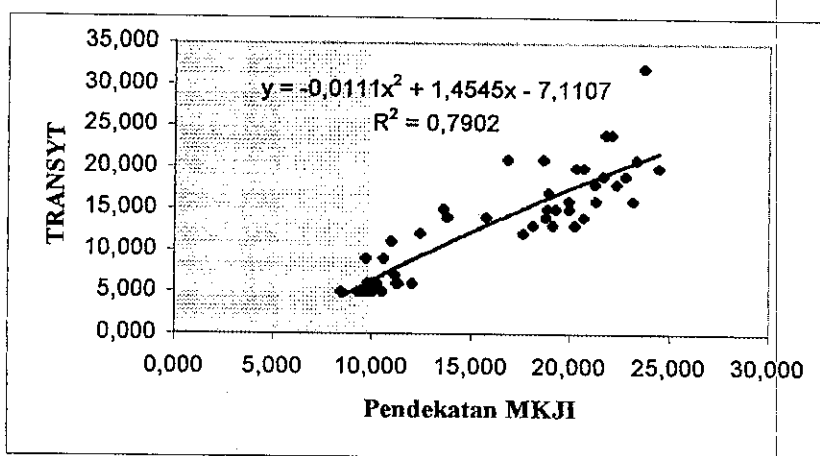
Gambar 4.40 Korelasi Pendekatan MKJI ke TRANSYT untuk Tundaan pada ruas minor.



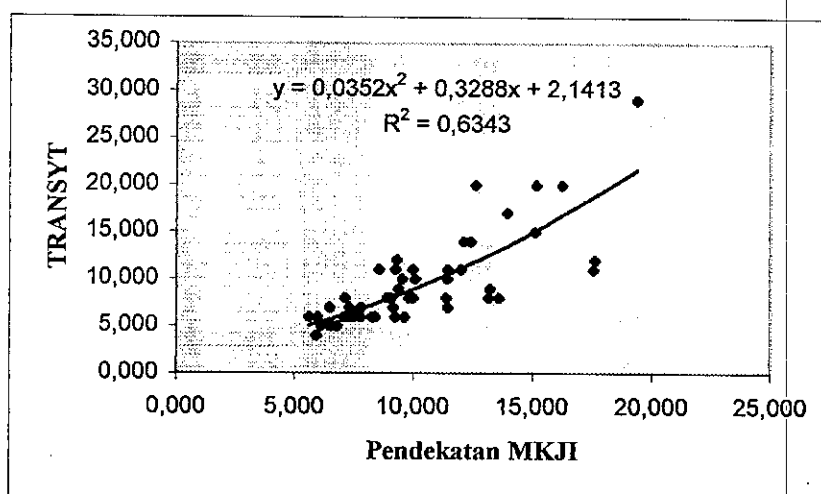
Gambar 4.41 Korelasi Pendekatan MKJI ke TRANSYT untuk Antrian pada ruas minor.



Gambar 4.42 Korelasi Pendekatan MKJI ke TRANSYT untuk Derajat Kejenuhan pada seluruh ruas.



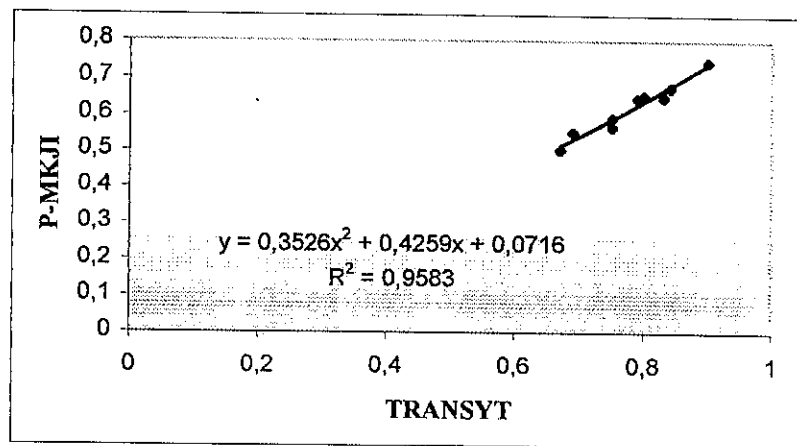
Gambar 4.43 Korelasi Pendekatan MKJI ke TRANSYT untuk Tundaan pada seluruh ruas.



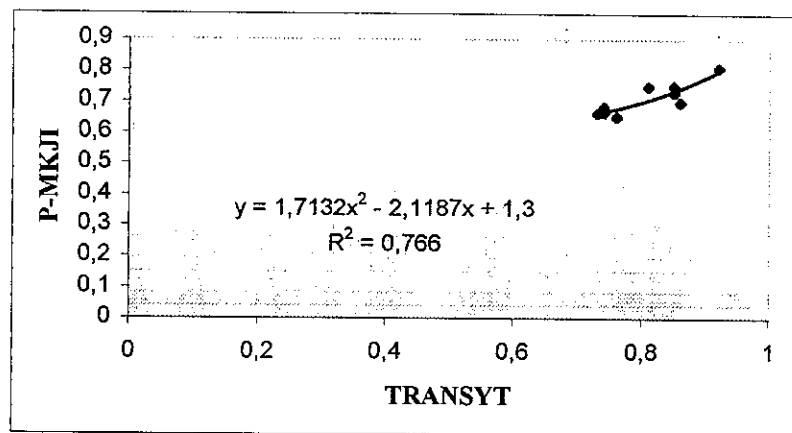
Gambar 4.44 Korelasi Pendekatan MKJI ke TRANSYT untuk Antrian pada seluruh ruas.

b) Korelasi TRANSYT ke Pendekatan MKJI

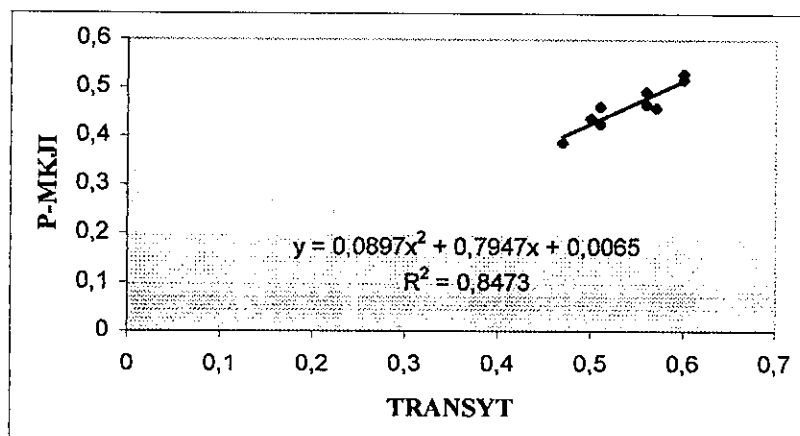
Untuk mengetahui korelasi Transyt ke Pendekatan MKJI, dilakukan dengan menggunakan analisis regresi. Hasil dari analisis ini berupa persamaan korelasi dan nilai koefisien determinasi. Adapun hasil analisis untuk tiap pendekat, diperlihatkan dalam Gambar 4.45 s/d Gambar 4.62. Hasil analisis ruas utama dan minor diperlihatkan dalam Gambar 4.63 s/d Gambar 4.68. Hasil analisis untuk seluruh simpang diperlihatkan dalam Gambar 4.69 s/d Gambar 4.71.



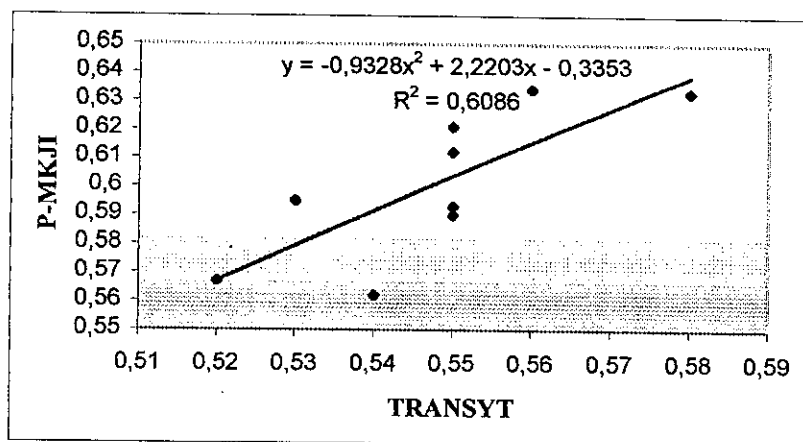
Gambar 4.45 Korelasi TRANSYT ke Pendekatan MKJI untuk DS di Simpang Luwes Pendekat Jl. S Riyadi.



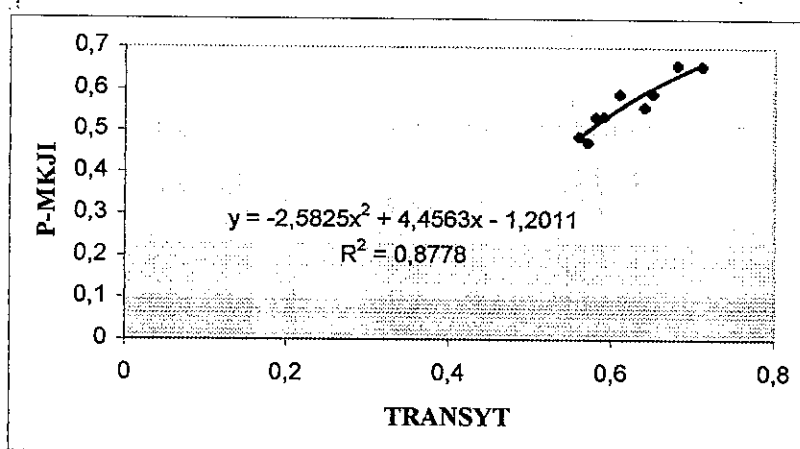
Gambar 4.46 Korelasi TRANSYT ke Pendekatan MKJI untuk DS di Simpang Luwes Pendekat Jl. Gajah Mada



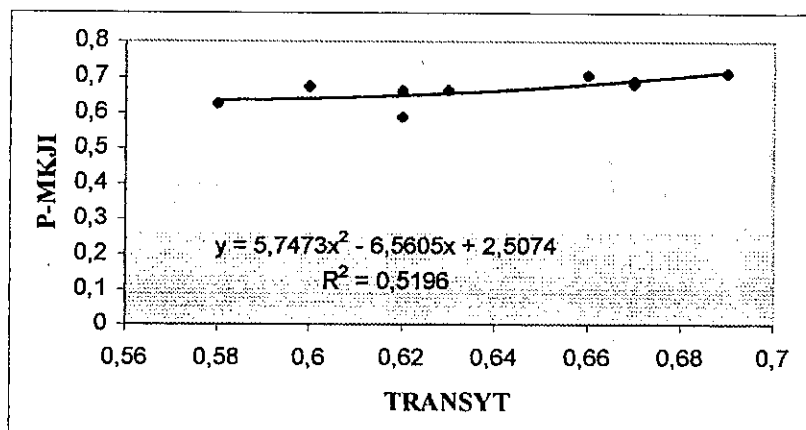
Gambar 4.47 Korelasi TRANSYT ke Pendekatan MKJI untuk DS di simpang Pasar Pon pendekat Jl. Slamet Riyadi.



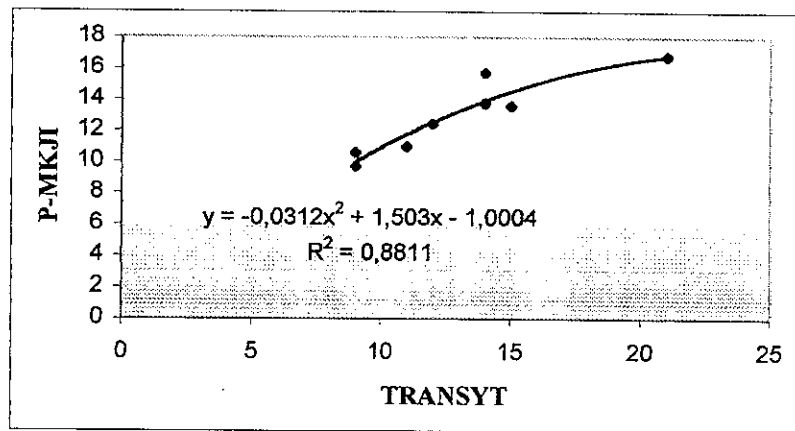
Gambar 4.48 Korelasi TRANSYT ke Pendekatan MKJI untuk DS di simpang Pasar Pon pendekat Jl. G.Subroto.



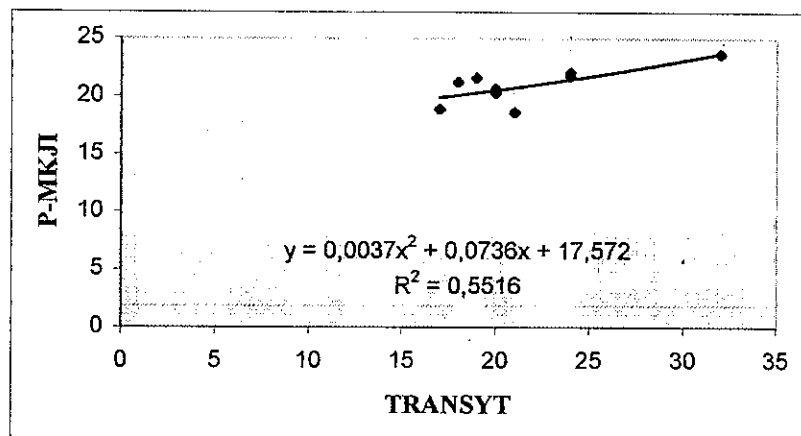
Gambar 4.49 Korelasi TRANSYT ke Pendekatan MKJI untuk DS di simpang Nonongan pendekat Jl. Slamet Riyadi.



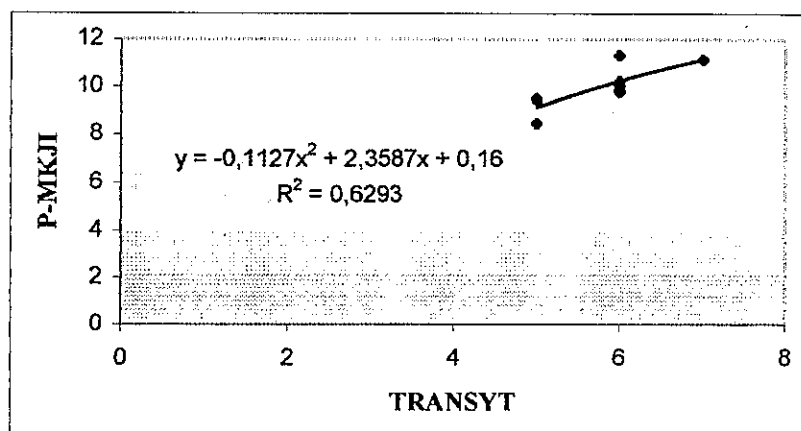
Gambar 4.50 Korelasi TRANSYT ke Pendekatan MKJI untuk DS di simpang Nonongan pendekat Jl. H. Wongso.



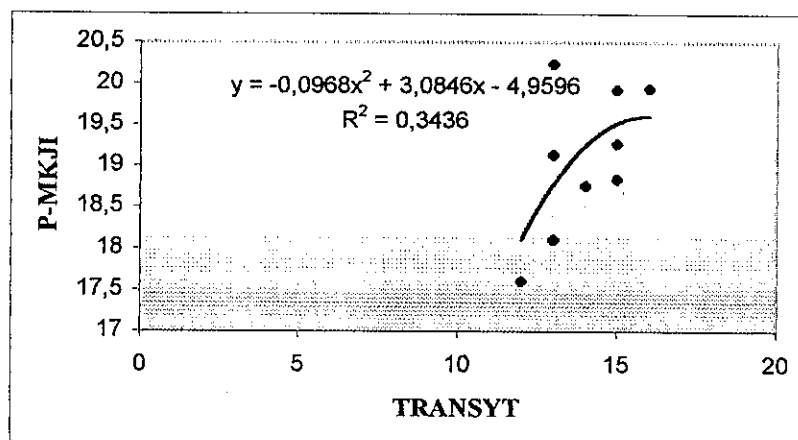
Gambar 4.51 Korelasi TRANSYT ke Pendekatan MKJI untuk Tundaan di simpang Luwes pendekat Jl. Slamet Riyadi.



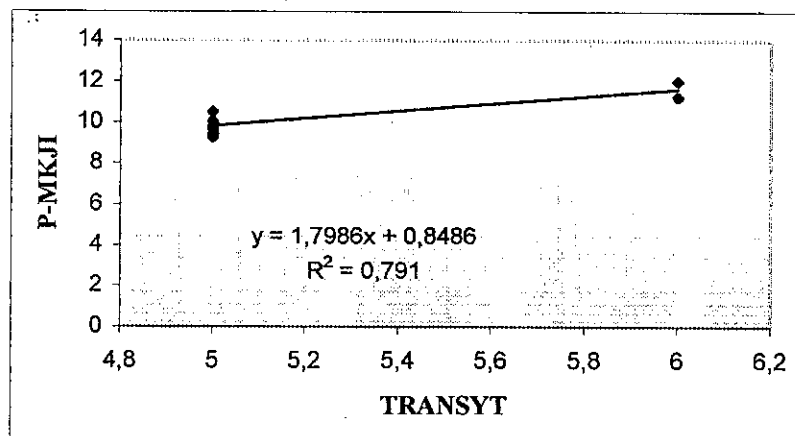
Gambar 4.52 Korelasi TRANSYT ke Pendekatan MKJI untuk Tundaan di simpang Luwes pendekat Jl. Gajah Mada



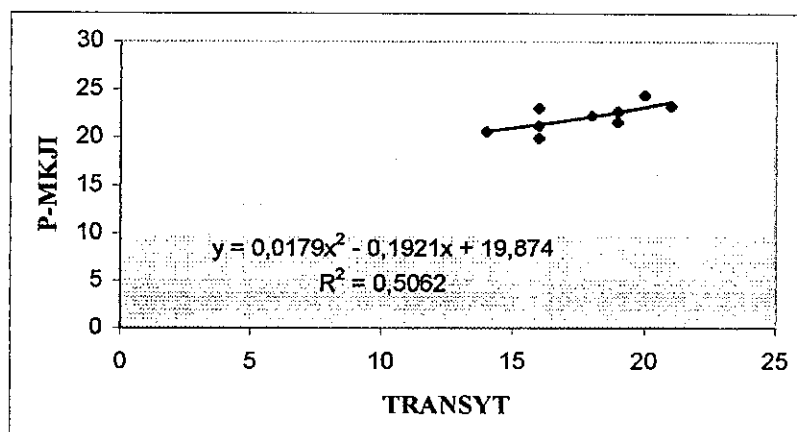
Gambar 4.53 Korelasi TRANSYT ke Pendekatan MKJI untuk Tundaan di simpang Pasar Pon pendekat Jl. Slamet Riyadi.



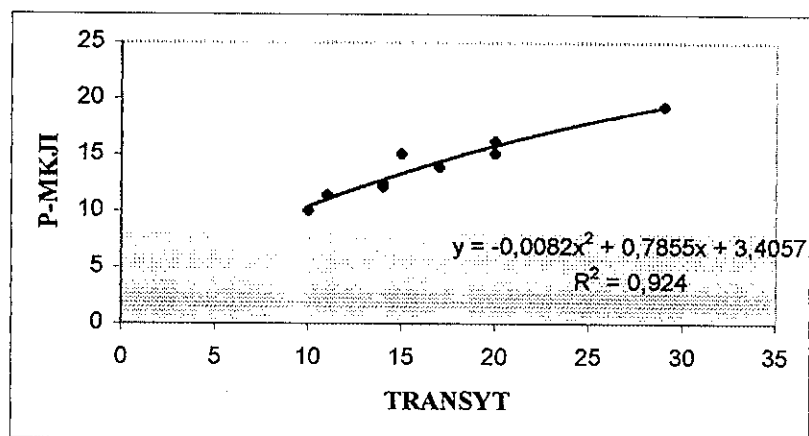
Gambar 4.54 Korelasi TRANSYT ke Pendekatan MKJI untuk Tundaan di simpang Pasar Pon pendekat Jl. G. Subroto.



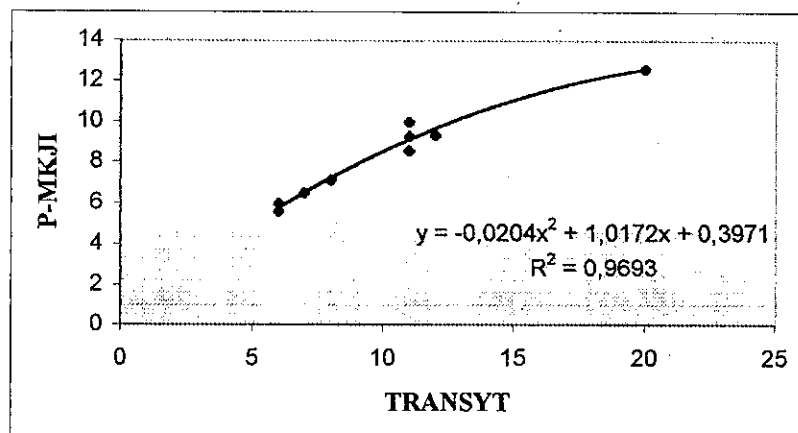
Gambar 4.55 Korelasi TRANSYT ke Pendekatan MKJI untuk Tundaan di simpang Nonongan pendekat Jl. Slamet Riyadi.



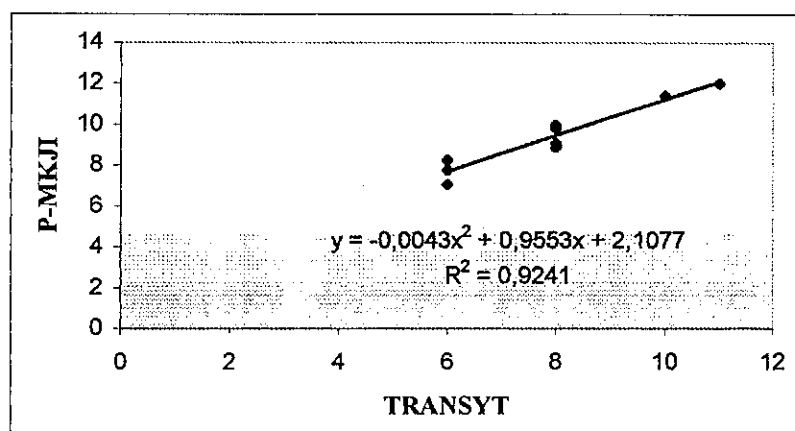
Gambar 4.56 Korelasi TRANSYT ke Pendekatan MKJI untuk Tundaan di simpang Nonongan pendekat Jl. H. Wongso.



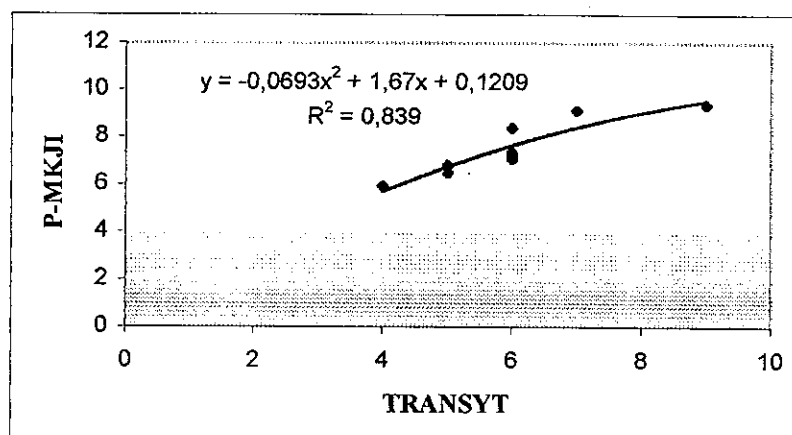
Gambar 4.57 Korelasi TRANSYT ke Pendekatan MKJI untuk Antrian di simpang Luwes pendekat Jl. Slamet Riyadi.



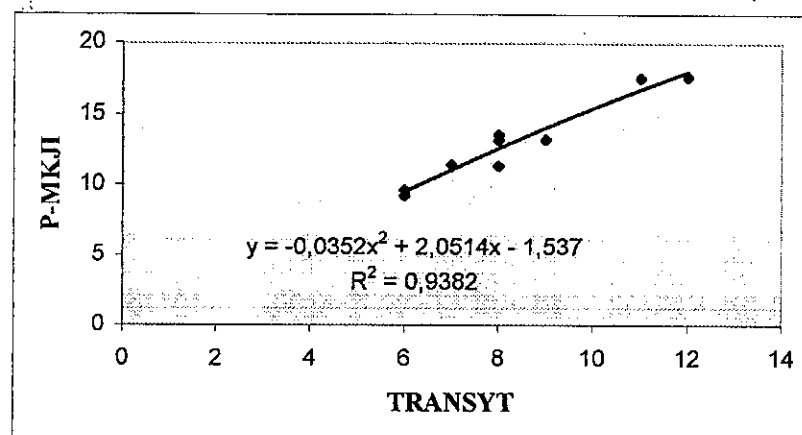
Gambar 4.58 Korelasi TRANSYT ke Pendekatan MKJI untuk Antrian di simpang Luwes pendekat Jl. Gajah Mada.



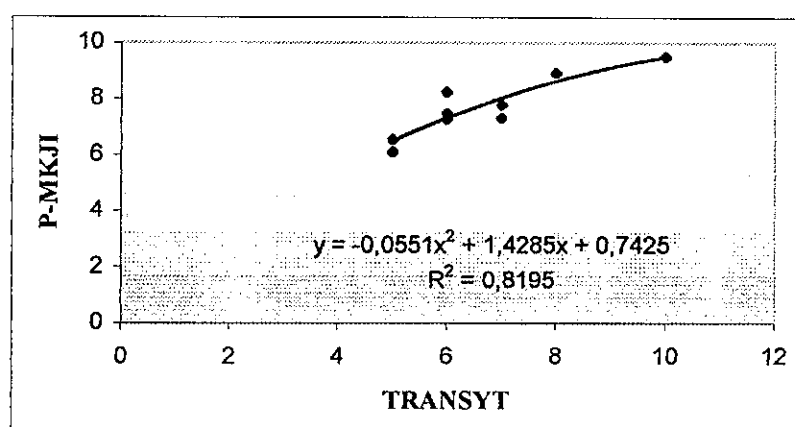
Gambar 4.59 Korelasi TRANSYT ke Pendekatan MKJI untuk Antrian di simpang Pasar Pon pendekat Jl. Slamet Riyadi.



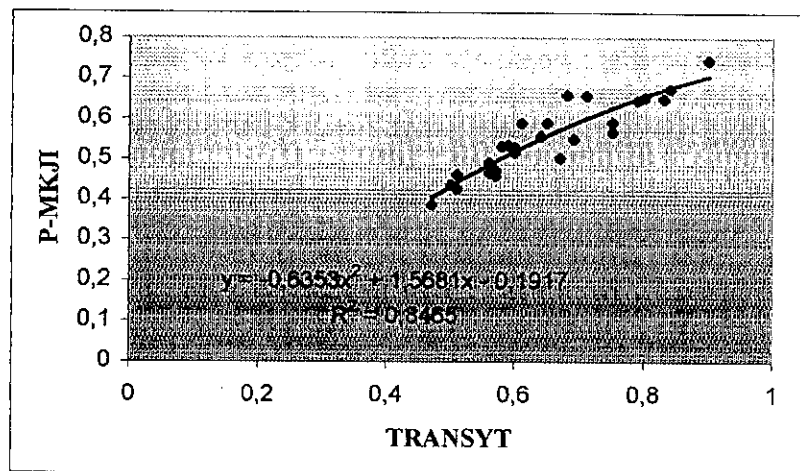
Gambar 4.60 Korelasi TRANSYT ke Pendekatan MKJI untuk Antrian di simpang Pasar Pon pendekat Jl. Gatot Subroto.



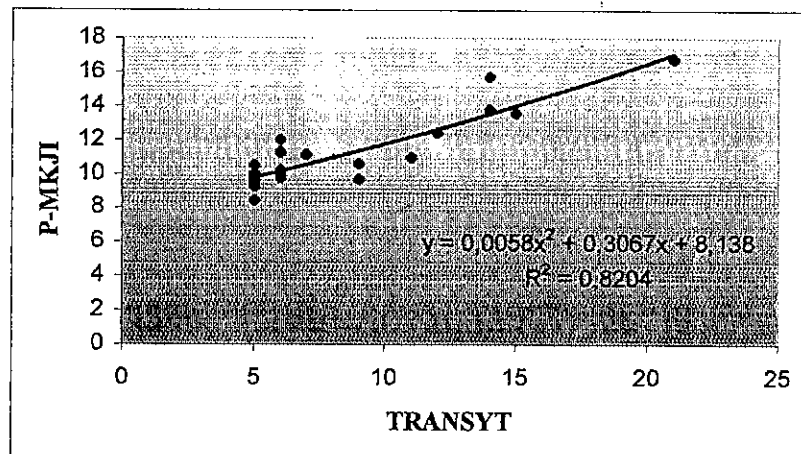
Gambar 4.61 Korelasi TRANSYT ke Pendekatan MKJI untuk Antrian di simpang Nonongan pendekat Jl. Slamet Riyadi.



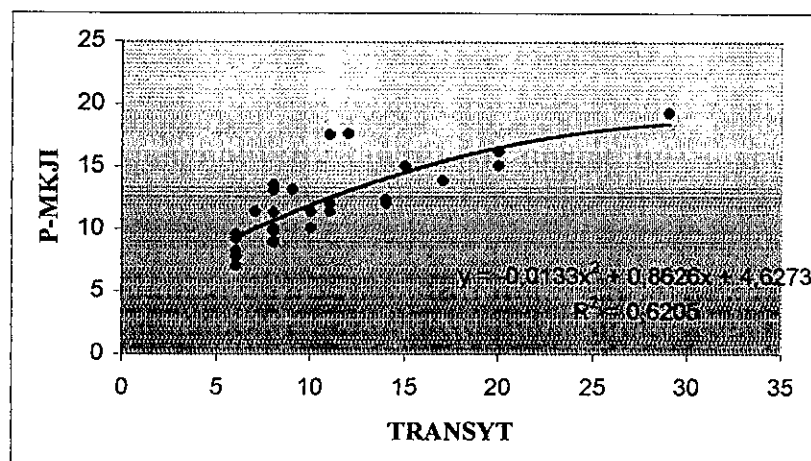
Gambar 4.62 Korelasi TRANSYT ke Pendekatan MKJI untuk Antrian di simpang Nonongan pendekat Jl. H. Wongso.



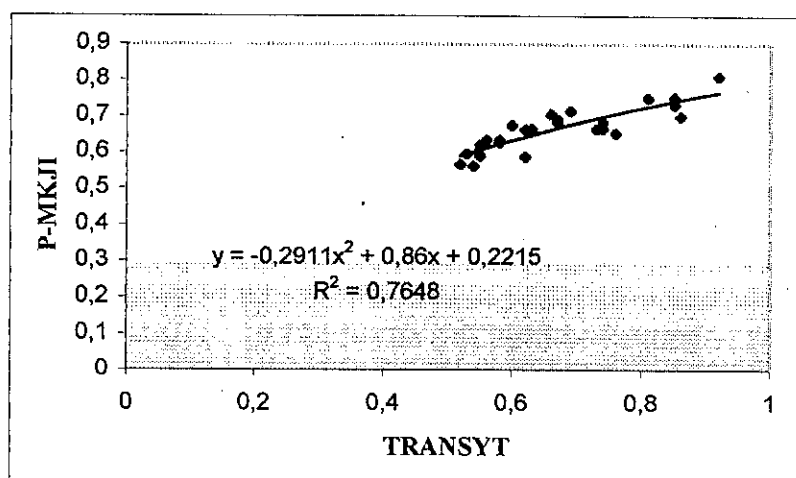
Gambar 4.63 Korelasi TRANSYT ke Pendekatan MKJI untuk DS Ruas Utama.



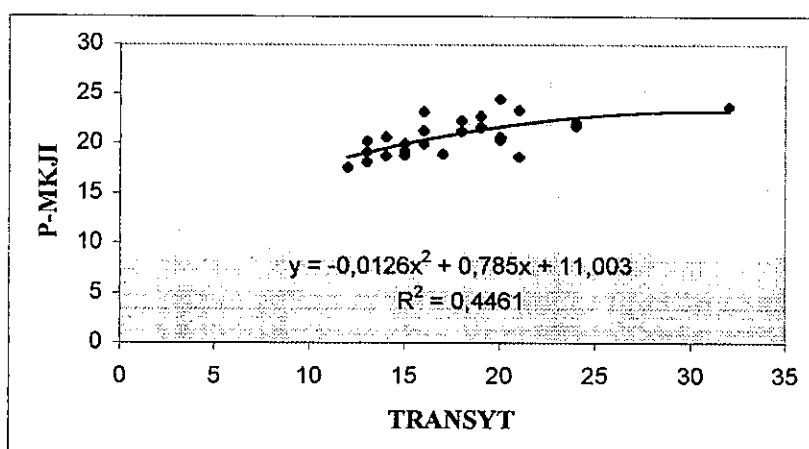
Gambar 4.64 Korelasi TRANSYT ke Pendekatan MKJI untuk Tundaan Ruas Utama.



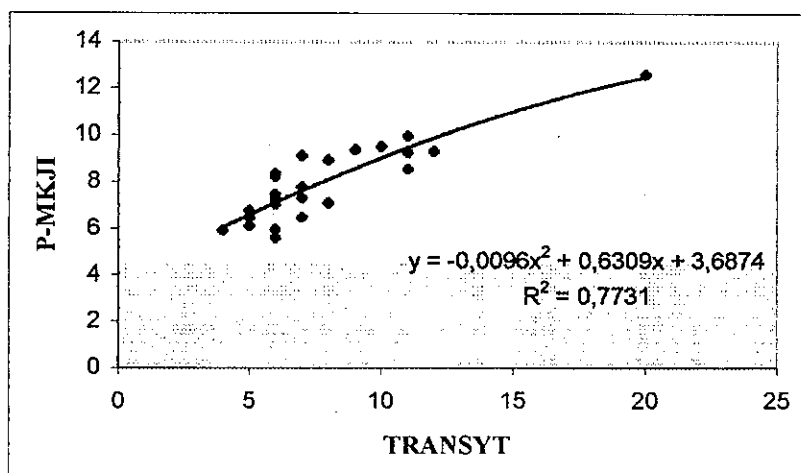
Gambar 4.65 Korelasi TRANSYT ke Pendekatan MKJI untuk Antrian Ruas Utama.



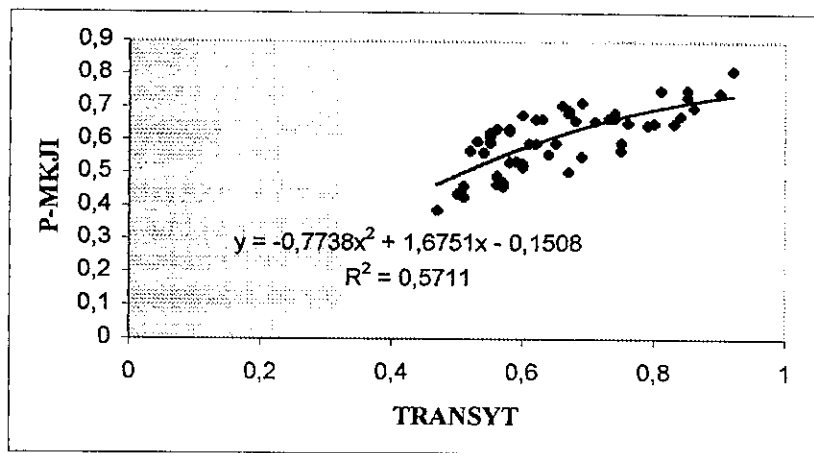
Gambar 4.66 Korelasi TRANSYT ke Pendekatan MKJI untuk Derajat Kejenuhan Ruas Minor.



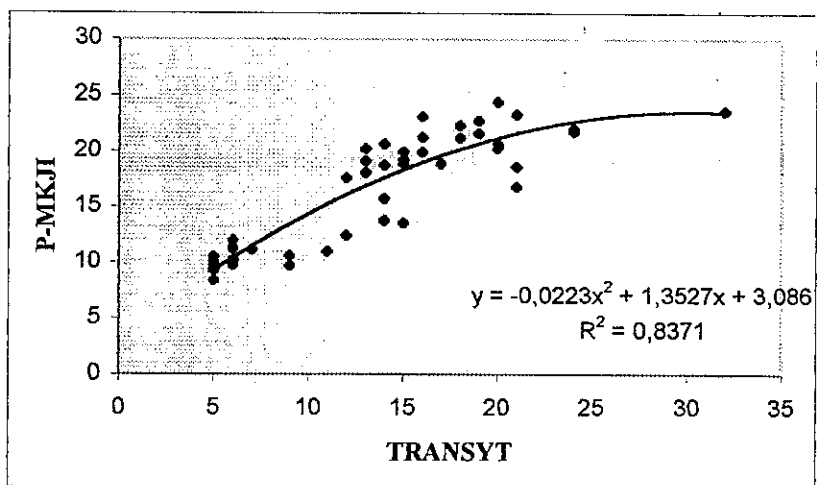
Gambar 4.67 Korelasi TRANSYT ke Pendekatan MKJI untuk Tundaan Ruas Minor.



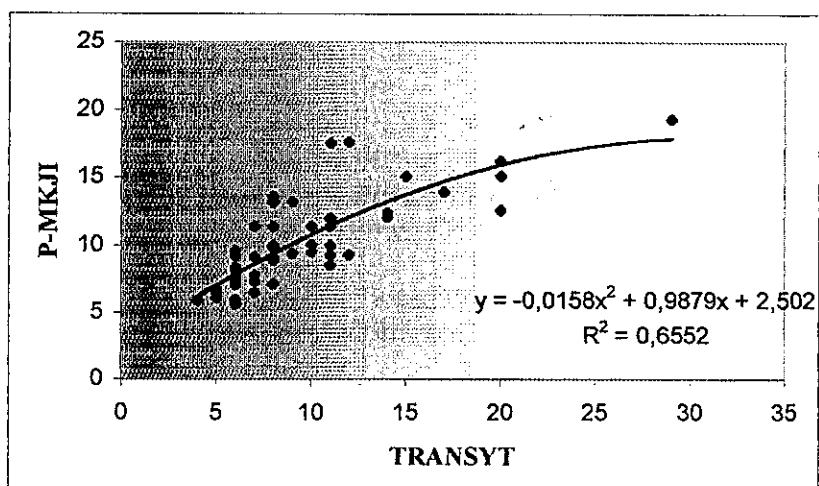
Gambar 4.68 Korelasi TRANSYT ke Pendekatan MKJI untuk Antrian Ruas Minor.



Gambar 4.69 Korelasi TRANSYT ke Pendekatan MKJI untuk Derajat Kejenuhan .



Gambar 4.70 Korelasi TRANSYT ke Pendekatan MKJI untuk Tundaan .

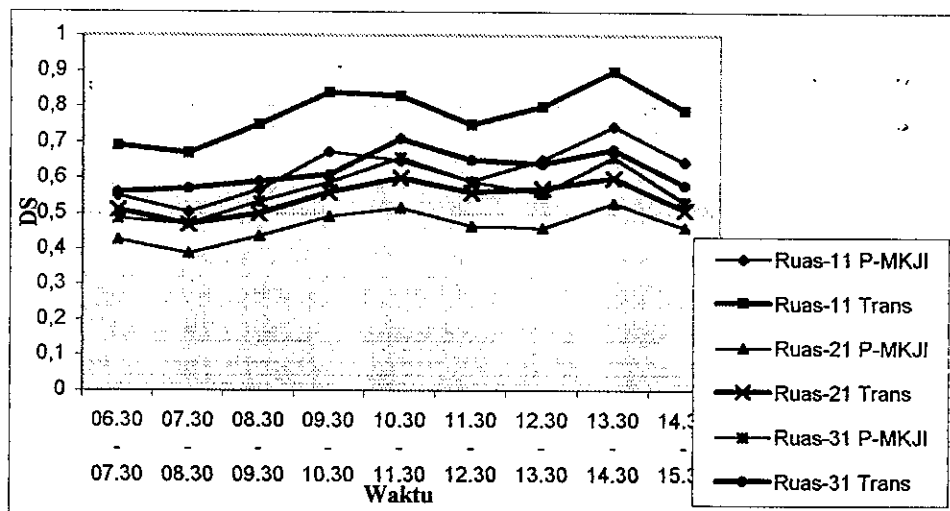


Gambar 4.71 Korelasi TRANSYT ke Pendekatan MKJI untuk Antrian

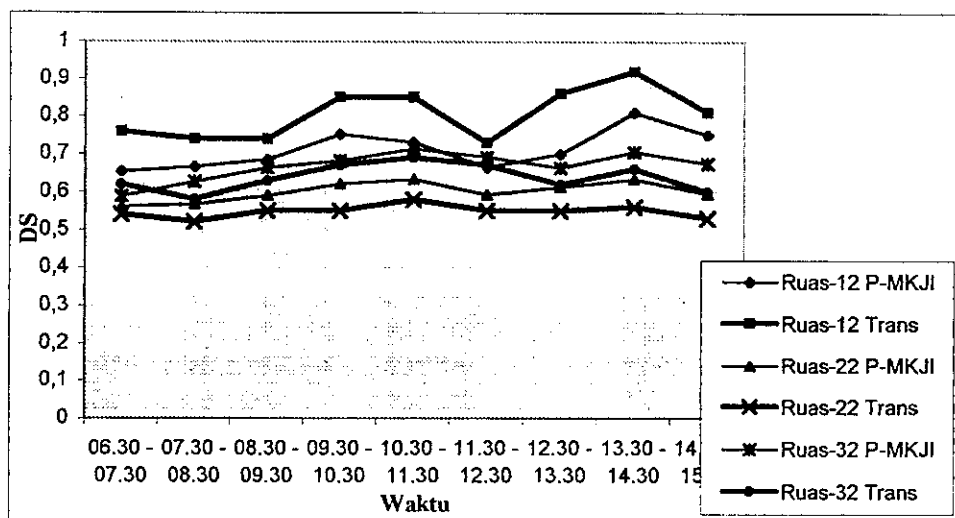
4.3 Pembahasan

4.3.1 Perbandingan Kinerja hasil Pendekatan MKJI dengan TRANSYT.

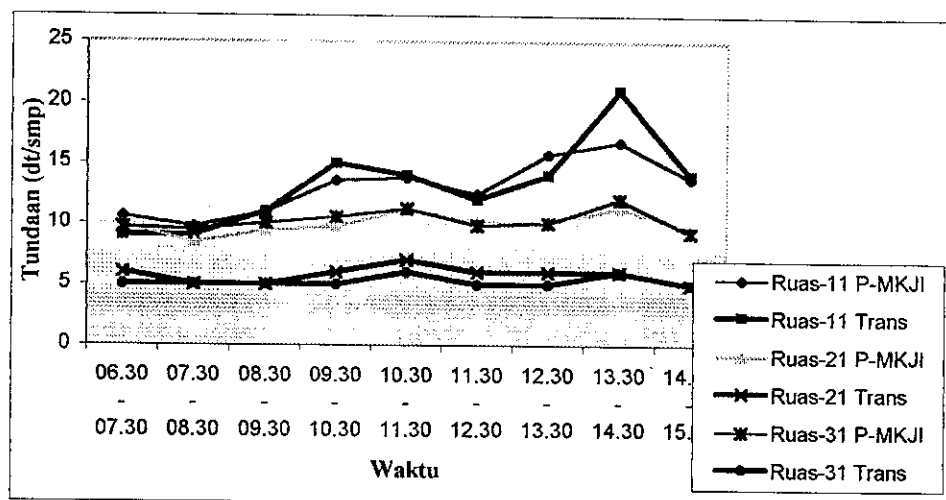
Berdasarkan Tabel 4.7 s/d Tabel 4.9, nilai Derajat Kejenuhan pada ruas utama hasil keluaran pendekatan MKJI lebih kecil daripada hasil keluaran TRANSYT, sedangkan untuk ruas minor tidak berlaku. Pada kinerja Tundaan dan Antrian tidak menunjukkan keteraturan. Adakalanya hasil pendekatan MKJI lebih tinggi, adakalanya sebaliknya yakni hasil TRANSYT yang lebih tinggi. Pola keperbedaan antara pendekatan MKJI dengan TRANSYT untuk Derajat Kejenuhan (DS), Tundaan dan Antrian pada tinjauan ruas utama dan minor diperlihatkan dalam Gambar 4.72 s/d Gambar 4.77.



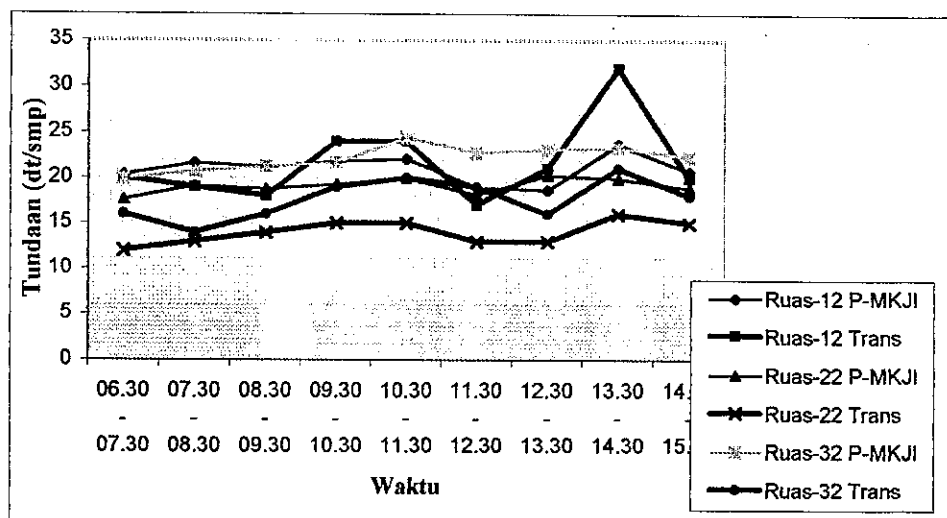
Gambar 4.72 Pola DS hasil Pendekatan MKJI dan TRANSYT pada ruas utama.



Gambar 4.73 Pola DS hasil Pendekatan MKJI dan TRANSYT pada ruas minor.



Gambar 4.74 Pola Tundaan hasil Pendekatan MKJI dan TRANSYT pada ruas utama.



Gambar 4.75 Pola Tundaan hasil Pendekatan MKJI dan TRANSYT pada ruas minor.

Permasalahan ini bila dijelaskan adalah sebagai berikut:

a). Permasalahan Derajat Kejenuhan (DS).

Derajat kejenuhan baik dalam MKJI maupun TRANSYT memiliki persamaan sebagai berikut:

$$DS = q/C, \quad (4.1)$$

dengan

$$C = s \cdot g / c, \quad (4.2)$$

sehingga:

$$DS = q \cdot c / (s \cdot g) \quad (4.3)$$

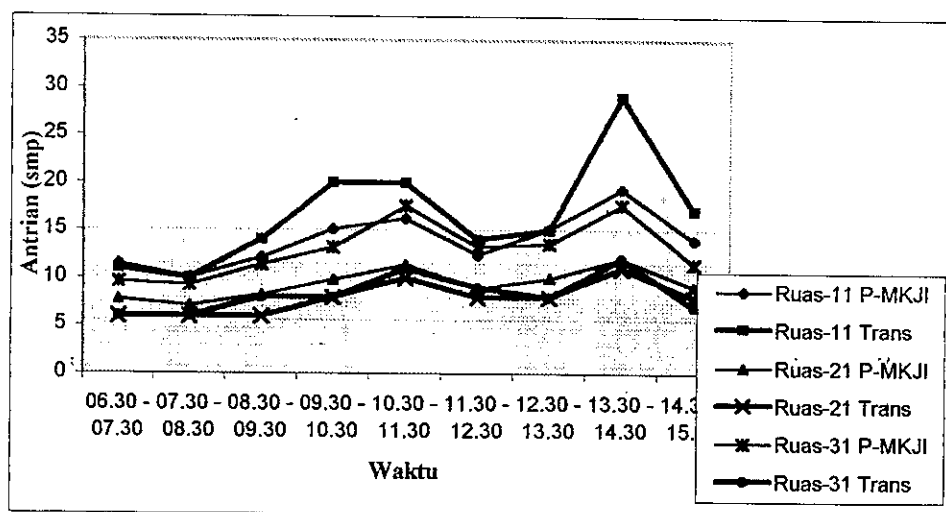
Keterangan:

q = arus (smp/jam)

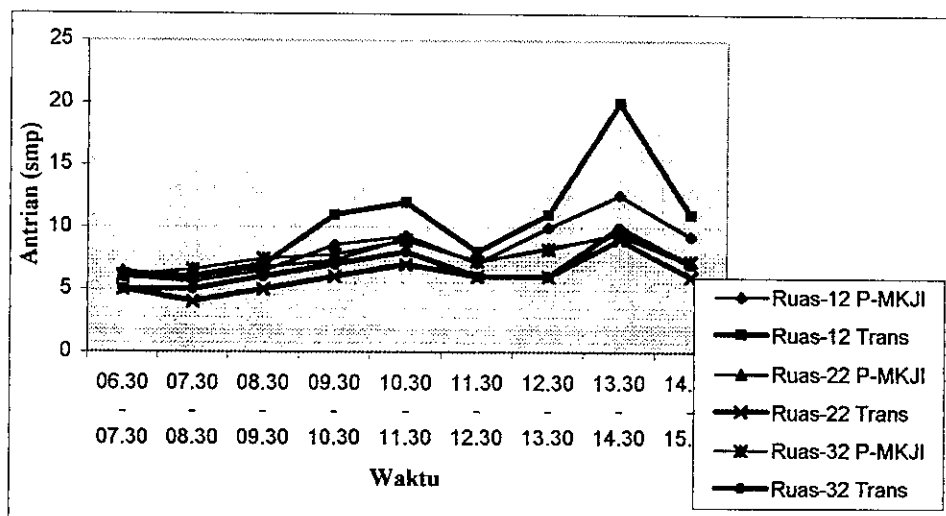
c = waktu siklus (detik)

g = waktu hijau efektif (detik)

s = arus jenuh (smp/jam)



Gambar 4.76 Pola Antrian hasil P-MKJI dan TRANSYT pada ruas utama.



Gambar 4.77 Pola Antrian hasil Pendekatan MKJI dan TRANSYT pada ruas minor.

Dalam perhitungan MKJI nilai faktor smp tidak sama dengan faktor smp pada perhitungan TRANSYT. Untuk MKJI faktor smp secara berurut dari kendaraan berat, kendaraan ringan, dan sepeda motor terlindung adalah 1,3; 1,0 dan 0,2. Sedangkan untuk TRANSYT faktor smp -nya adalah 1,75; 1,0 dan 0,33. Sehingga jika dihitung arus menurut

TRANSYT akan lebih besar daripada KAJI. Hal ini menjadikan Derajat Kejenuhan menurut TRANSYT akan selalu lebih besar jika dibandingkan MKJI (jika nilai variable lain selain q sama). Nilai smp yang lebih besar menunjukkan bahwa tingkat keamanannya lebih besar.

b). Permasalahan Tundaan

Perhitungan Tundaan (D) pada MKJI didasarkan pada Akcelik, 1988 yaitu:

$$D = DT + DG, \quad (4.4)$$

DT = tundaan lalu lintas rata-rata, detik/smp.

DG = tundaan geometric rata-rata, detik/smp.

Dengan :

$$DT = c \cdot A + ((NQ1 \cdot 3600)/C), \quad (4.5)$$

Keterangan:

c = waktu siklus (detik).

A = $((0,5 (1-GR)^2) / (1 - GR \cdot DS))$

GR = rasio hijau (g/c), g = waktu hijau (detik).

DS = derajat kejenuhan.

$NQ1$ = jumlah smp yang tersisa dari fase hijau sebelumnya.

C = kapasitas (smp/jam).

$$DG = (1 - Psv) \cdot Pt \cdot 6 + (Psv \cdot 4) \quad (4.6)$$

Psv = Rasio kendaraan terhenti pada pendekat.

Pt = Rasio kendaraan berbelok pada pendekat.

Sedangkan tundaan (D) pada TRANSYT didasarkan pada persamaan F.V.Webster, yaitu:

$$D = \frac{c(1-\lambda)^2}{2(1-\lambda x)} + \frac{x^2}{2q(1-x)} - 0,65 \left(\frac{c}{q^2} \right)^{1/2} x^{(2+5\lambda)} \quad (4.7)$$

D = rata-rata waktu tunda per kendaraan (detik/smp)

c = waktu siklus (detik).

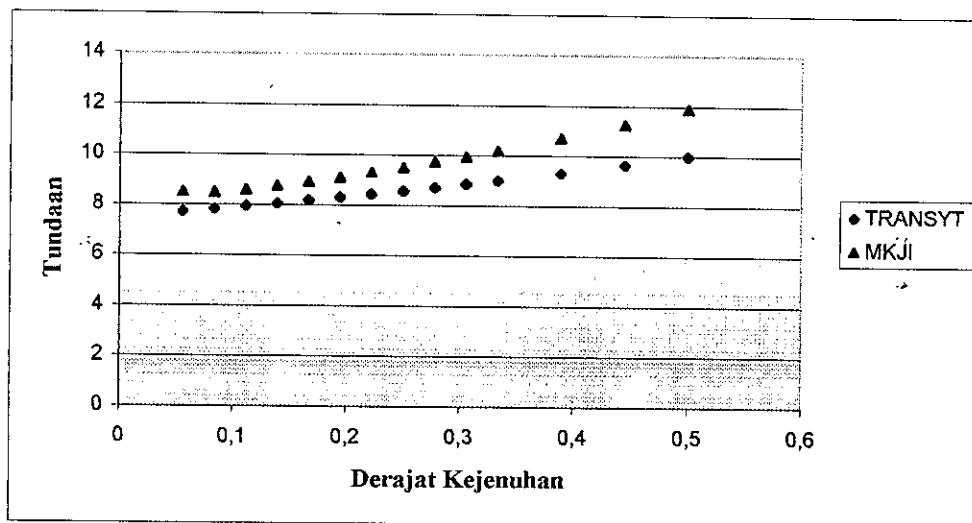
q = arus lalu lintas (smp/jam)

λ = proporsi siklus lampu hijau efektif untuk fase yang dipertimbangkan (yaitu g/c , bila g = waktu hijau efektif).

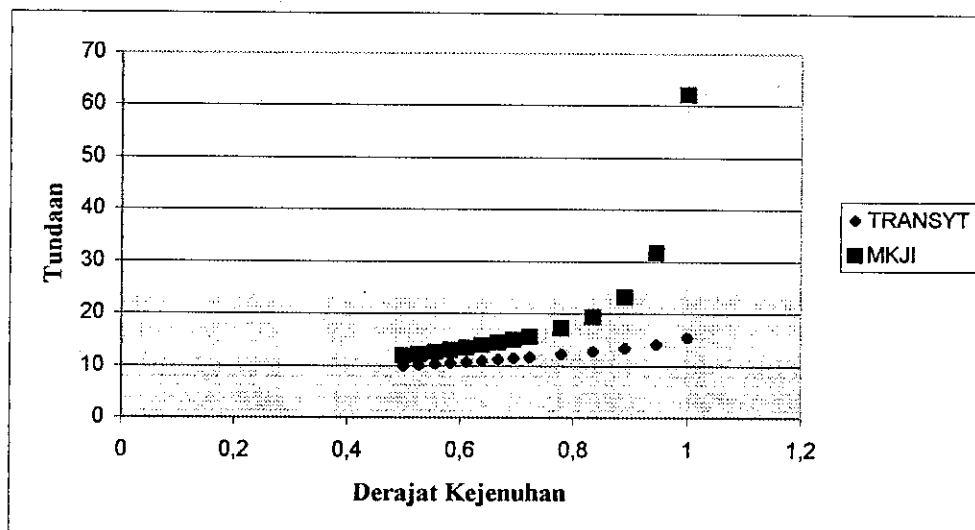
DS = derajat kejenuhan; ini adalah rasio arus dengan arus maksimum yang mungkin pada keadaan sinyal yang diberikan (yaitu: $q/\lambda s$)

s = arus jenuh. (smp/jam).

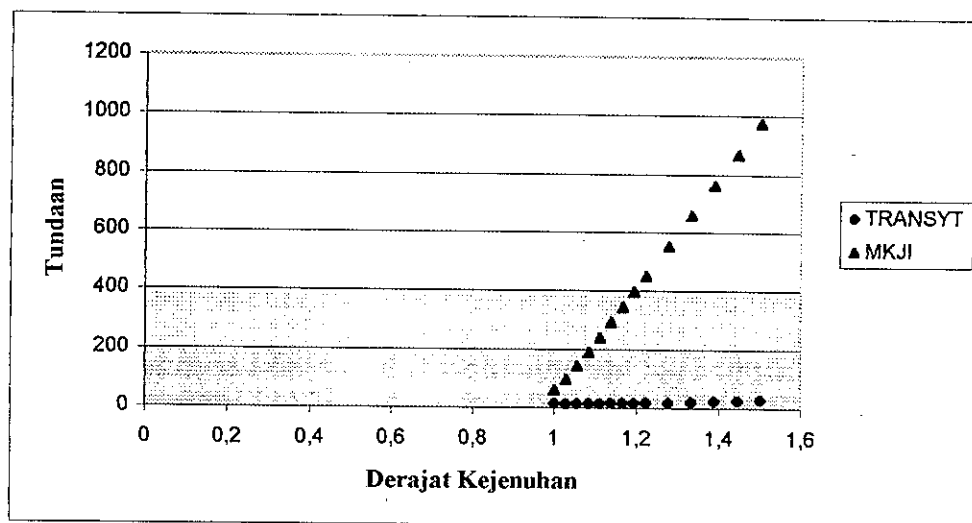
Jika kedua persamaan tundaan (MKJI dan TRANSYT) diperbandingkan dengan memasukkan data fiktif waktu siklus (c), waktu hijau (g), arus (q), dan arus jenuh (s) yang sama dalam kedua persamaan, maka akan terlihat sebagaimana Gambar 4.78. s/d Gambar 4.81.



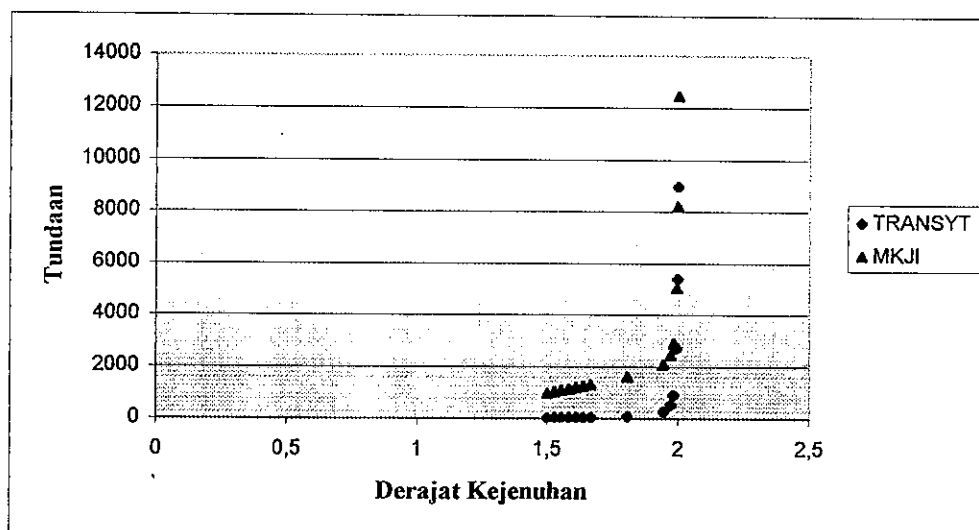
Gambar 4.78 Perbedaan Tundaan antara TRANSYT dan MKJI untuk nilai $DS = 0,0$ s/d $0,5$.



Gambar 4.79 Perbedaan Tundaan antara TRANSYT dan MKJI untuk nilai $DS = 0,5$ s/d $1,0$.



Gambar 4.80 Perbedaan Tundaan antara TRANSYT dan MKJI untuk nilai DS = 1,0 s/d 1,5.



Gambar 4.81 Perbedaan Tundaan antara TRANSYT dan MKJI untuk nilai DS = 1,5 s/d 2,0.

Jika persamaan Tundaan antara MKJI dan TRANSYT diteliti, terdapat variabel yang tidak sama, yaitu: pengaruh arus belok hanya diperhitungkan dalam MKJI sedangkan TRANSYT tidak memperhitungkan. Sedangkan dilihat berdasarkan Gambar 4.78 s/d Gambar 4.81, nampak bahwa jika nilai waktu siklus (c), waktu hijau (g), arus (q), dan arus jenuh (s), mempunyai nilai yang sama antara MKJI dan TRANSYT, maka hasilnya juga tidak sama dan perbedaannya tidak berbanding lurus.

c). Permasalahan Antrian

Antrian (N) TRANSYT didasarkan pada hasil terbesar dari dua persamaan berikut:

$$N = q \cdot \left(\frac{r}{2} + D \right) \cdot \left(1 + \frac{q \cdot j}{a \cdot v} \right) \text{ atau} \quad (4.8)$$

$$N = q \cdot r \cdot \left(1 + \frac{q \cdot j}{a \cdot v} \right) \quad (4.9)$$

N = jumlah antrian kendaraan pada periode hijau, (smp).

q = arus lalu lintas (smp/jam).

r = lama waktu merah, (detik).

D = tundaan rata-rata, (detik/smp)

j = jarak rata-rata antrian kendaraan. (m)

a = jumlah baris antrian.

v = kecepatan kendaraan pada pendekat (m/dt).

Sedangkan Antrian berdasarkan MKJI didasarkan pada persamaan sebagai berikut:

$$NQ = NQ_1 + NQ_2 \quad (4.10)$$

$$NQ_1 = 0,25 \cdot C \cdot \left[(DS - 1) + \sqrt{(DS - 1)^2 + \frac{8 \cdot (DS - 0,5)}{C}} \right] \quad (4.11)$$

$$NQ_2 = c \cdot \frac{11 - GR}{1 - GR \cdot DS} \cdot \frac{Q}{3600} \quad (4.12)$$

NQ = jumlah rata-rata antrian (smp)

NQ1 = jumlah smp yang tertinggal dari fase hijau sebelumnya

NQ2 = jumlah smp yang datang selama fase merah

DS = derajat kejenuhan

GR = rasio hijau, (= g/c)

c = waktu siklus (det)

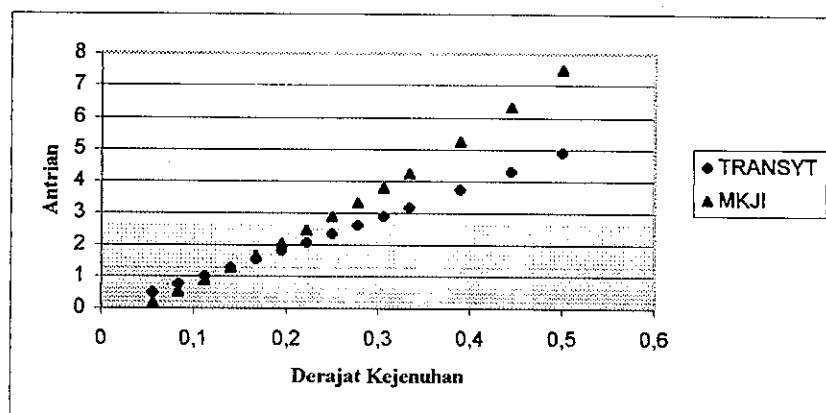
g = waktu hijau (det)

C = kapasitas (smp/jam) = arus jenuh kali rasio hijau (s. GR)

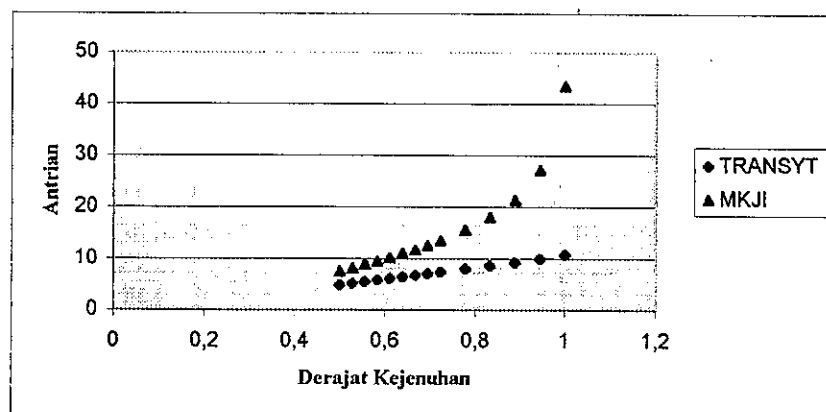
q = arus lalu lintas pada pendekat tersebut (smp/jam)

s = arus jenuh (smp/jam)

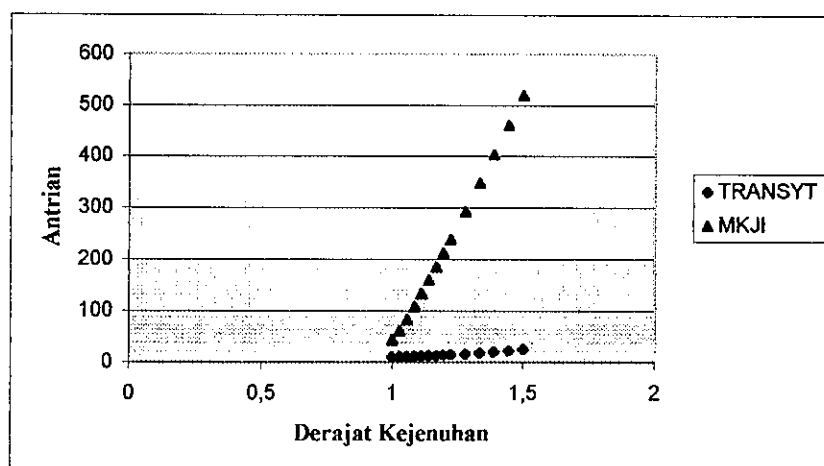
Jika kedua persamaan antrian (MKJI dan TRANSYT) di bandingkan dengan nilai arus (q), arus jenuh (s), waktu hijau (g), dan waktu siklus (c) bersesuaian, maka hasilnya diperlihatkan dalam Gambar 4.82 s/d Gambar 4.85.



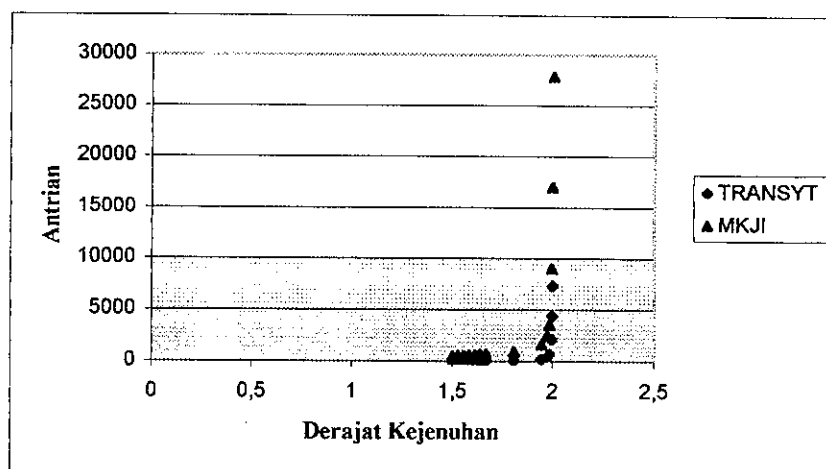
Gambar 4.82 Perbedaan Antrian antara TRANSYT dan MKJI untuk nilai DS = 0,0 s/d 0,5.



Gambar 4.83 Perbedaan Antrian antara TRANSYT dan MKJI untuk nilai DS = 0,5 s/d 1,0.



Gambar 4.84 Perbedaan Antrian antara TRANSYT dan MKJI untuk nilai DS = 1,0 s/d 1,5.



Gambar 4.85 Perbedaan Antrian antara TRANSYT dan MKJI untuk nilai DS = 1,5 s/d 2,0.

Dengan melihat persamaan antrian yang digunakan dalam TRANSYT memasukkan variabel tundaan (D), sedangkan dalam MKJI tidak, maka hasilnya mengakibatkan mirip kasusnya dengan tundaan. Hal ini makin jelas kalau diperhatikan lewat Gambar 4.82 s/d Gambar 4.85, dimana grafiknya hampir sama kasusnya dalam tundaan yaitu kenaikan grafik antrian antara TRANSYT dan MKJI tidak bersesuaian.

Dengan memperhatikan permasalahan-permasalahan diatas, yaitu adanya perbedaan variabel data dan rumus yang digunakan, mengakibatkan pola grafik derajat kejenuhan, antrian dan tundaan tidak selalu bersesuaian.

4.3.2 Korelasi Pendekatan MKJI dengan TRANSYT.

Untuk mengetahui adanya korelasi dilakukan uji regresi, sedangkan kuat tidaknya korelasi tersebut diukur lewat besar kecilnya nilai koefisien determinasi (besar koefisien determinasi berkisar antara 0,0 s/d 1,0). Makin besar nilai koefisien determinasi menunjukkan korelasinya makin kuat. Sebaliknya bila nilai koefisien determinasi makin kecil berarti makin kecil tingkat korelasinya.

Berdasarkan uji regresi, hampir semua persamaan korelasi berbentuk non linier (kuadratis). Hanya satu kasus saja yang berbentuk linier yaitu pada simpang Nonongan pendekat Jl. Slamet Riyadi untuk kinerja tundaan, jika tundaan TRANSYT dibawa ke nilai tundaan Pendekatan MKJI. Adapun hasil lengkapnya diperlihatkan dalam Tabel 4.10 dan Tabel 4.11.

Tabel 4.10 Persamaan korelasi Pendekatan MKJI ke TRANSYT dan nilai koefisien determinasinya.

Tinjauan	Persamaan Korelasi Pendekatan MKJI ke TRANSYT	Koef. Det (= R ²)
DS Pendekat		
S.Luwes, 11	$Y = -0,0895 X^2 + 1,0928 X + 0,1373$	0,9577
S.Luwes, 13	$Y = -1,0204 X^2 + 2,599 X - 0,5247$	0,7540
S.P.Pon, 21	$Y = -0,2633 X^2 + 1,1937 X + 0,0456$	0,8474
S.P.Pon, 22	$Y = 5,4684 X^2 - 6,0429 X + 2,2011$	0,6414
S.Non, 31	$Y = 1,34 X^2 - 0,7951 X + 0,6379$	0,8811
S. Non, 32	$Y = 11,075 X^2 - 13,786 X + 4,89$	0,7120
Tundaan Pendekat		
S.Luwes, 11	$Y = 0,0789 X^2 - 0,6622 X + 8,0349$	0,8464
S.Luwes, 13	$Y = 0,9095 X^2 - 35,999 X + 374,6$	0,8471
S.P.Pon, 21	$Y = -0,0359 X^2 + 1,3176 X - 3,7751$	0,6278
S.P.Pon, 22	$Y = -0,7839 X^2 + 30,59 X - 283,76$	0,4937
S.Non, 31	$Y = 0,1413 X^2 - 2,5667 X + 16,592$	0,8409
S. Non, 32	$Y = -0,0356 X^2 + 2,7242 X - 25,155$	0,5038
Antrian Pendekat		
S.Luwes, 11	$Y = 0,0999 X^2 - 0,97 X + 10,006$	0,9344
S.Luwes, 13	$Y = 0,159 X^2 - 0,9546 X + 6,4327$	0,9670
S.P.Pon, 21	$Y = 0,0717 X^2 - 0,3305 X + 4,5278$	0,9340
S.P.Pon, 22	$Y = 0,0291 X^2 + 0,6219 X - 0,3647$	0,8178
S.Non, 31	$Y = 0,0138 X^2 + 0,2824 X + 2,2362$	0,9391
S. Non, 32	$Y = 0,2799 X^2 - 3,078 X + 13,49$	0,8448
Ruas Utama		
DS	$Y = 0,597 X^2 + 0,5144 X + 0,1804$	0,8395
Tundaan	$Y = 0,0928 X^2 - 0,425 X + 1,0033$	0,8276
Antrian	$Y = 0,0645 X^2 - 0,3617 X + 5,2538$	0,6098
Ruas Minor		
DS	$Y = 1,7414 X^2 - 0,6583 X + 0,3331$	0,7661
Tundaan	$Y = 0,0316 X^2 + 0,195 X + 0,0488$	0,4034
Antrian	$Y = 0,2884 X^2 - 3,1319 X + 13,762$	0,8610
Seluruh Ruas		
DS	$Y = 2,046 X^2 - 1,5058 X + 0,8004$	0,5943
Tundaan	$Y = -0,0111 X^2 + 1,4545 X - 7,1107$	0,7902
Antrian	$Y = 0,0352 X^2 + 0,3288 X + 2,1413$	0,6343

Jika korelasi didekati melalui masing-masing pendekat, nilai rata-rata koefisien determinasi (sebagaimana diperlihatkan dalam Tabel 4.12) untuk DS = 0.7809, tundaan = 0.6552, antrian = 0.9043. Hal ini menunjukkan bahwa korelasi terkuat jika didekati lewat masing-masing pendekat terjadi pada antrian.

Tabel 4.11 Persamaan korelasi TRANSYT ke Pendekatan MKJI dan nilai koefisien determinasinya.

Tinjauan	Persamaan Korelasi TRANSYT ke Pendekatan MKJI	Koef. Det (= R ²)
DS Pendekat		
S.Luwes, 11	$Y = 0,3526 X^2 + 0,4259 X + 0,0716$	0,9583
S.Luwes, 13	$Y = 1,7132 X^2 - 2,1187 X + 1,3$	0,7660
S.P.Pon, 21	$Y = 0,0897 X^2 + 0,7947 X + 0,0065$	0,8473
S.P.Pon, 22	$Y = -0,9328 X^2 + 2,2203 X - 0,3353$	0,6086
S.Non, 31	$Y = -2,5825 X^2 + 4,4563 X - 1,2011$	0,8778
S. Non, 32	$Y = 5,7473 X^2 - 6,5605 X + 2,5074$	0,5196
Tundaan Pendekat		
S.Luwes, 11	$Y = -0,0312 X^2 + 1,503 X - 1,0004$	0,8811
S.Luwes, 13	$Y = 0,0037 X^2 + 0,0736 X + 17,572$	0,5516
S.P.Pon, 21	$Y = -0,1127 X^2 + 2,3587 X + 0,16$	0,6293
S.P.Pon, 22	$Y = -0,0968 X^2 + 30,846 X - 4,9596$	0,3436
S.Non, 31	$Y = 1,7986 X + 0,8486$	0,7910
S. Non, 32	$Y = 0,0179 X^2 - 0,1921 X + 19,874$	0,5062
Antrian Pendekat		
S.Luwes, 11	$Y = -0,0082 X^2 + 0,7855 X + 3,4057$	0,9240
S.Luwes, 13	$Y = -0,0204 X^2 + 1,0172 X + 0,3971$	0,9693
S.P.Pon, 21	$Y = -0,0043 X^2 + 0,9553 X + 2,1077$	0,9241
S.P.Pon, 22	$Y = -0,0693 X^2 + 1,67 X + 0,1209$	0,8390
S.Non, 31	$Y = -0,0352 X^2 + 2,0514 X - 1,537$	0,9382
S. Non, 32	$Y = -0,0551 X^2 + 1,4285 X + 0,7425$	0,8195
Ruas Utama		
DS	$Y = -0,6353 X^2 + 1,5681 X - 0,1917$	0,8465
Tundaan	$Y = 0,0058 X^2 + 0,3067 X + 8,138$	0,8204
Antrian	$Y = -0,0133 X^2 + 0,8626 X + 4,6273$	0,6205
Ruas Minor		
DS	$Y = -0,2911 X^2 + 0,86 X + 0,2215$	0,7648
Tundaan	$Y = -0,0126 X^2 + 0,785 X + 11,003$	0,4461
Antrian	$Y = -0,0096 X^2 + 0,6309 X + 3,6874$	0,7731
Seluruh Ruas		
DS	$Y = -0,7738 X^2 + 1,6751 X - 0,1508$	0,5711
Tundaan	$Y = -0,0223 X^2 + 1,3527 X + 3,086$	0,8371
Antrian	$Y = -0,0158 X^2 + 0,9879 X + 2,502$	0,6552

Bila korelasi didekati melalui ruas utama/ minor, nilai rata-rata koefisien determinasi (sebagaimana diperlihatkan dalam Tabel 4.13) untuk ruas utama DS = 0.8430, tundaan = 0.8240, antrian = 0.6152. Hal ini menunjukkan bahwa korelasi terkuat jika didekati lewat ruas utama/minor terjadi pada derajat kejenuhan. Sedangkan untuk ruas minor DS =

0.7655, tundaan = 0.4248, antrian = 0.8171, sehingga korelasi terkuat terjadi pada antrian. Dari nilai rata-rata antara ruas utama dan ruas minor, secara umum menunjukkan korelasi pada ruas utama lebih kuat daripada ruas minor.

Sedangkan bila korelasi didekati lewat seluruh ruas, nilai rata-rata koefisien determinasi (sebagaimana diperlihatkan dalam Tabel 4.14) untuk DS = 0.5827, tundaan = 0.8137, antrian = 0.6448. Hal ini menunjukkan bahwa korelasi terkuat jika didekati lewat seluruh ruas terjadi pada tundaan.

Tabel 4.12 Koefisien determinasi jika korelasi didekati melalui masing-masing pendekat

Korelasi	Simpang	Pendekat	Koef.Determinasi (R^2)		
			DS	Tundaan	Antrian
Pendekatan MKJI ke TRANSYT	Luwes	S.Riyadi (R-11)	0,9577	0,8464	0,9344
		G. Mada (R-12)	0,7540	0,8471	0,9670
	Ps.Pon	S.Riyadi (R-21)	0,8474	0,6278	0,9340
		G.Subroto (R-22)	0,6414	0,4937	0,8178
	Nonongan	S.Riyadi (R-31)	0,8811	0,8409	0,9391
		H.Wongso (R-32)	0,7120	0,5038	0,8448
TRANSYT ke Pendekatan MKJI	Luwes	S.Riyadi (R-11)	0,9583	0,8811	0,9240
		G. Mada (R-12)	0,7660	0,5516	0,9693
	Ps.Pon	S.Riyadi (R-21)	0,8473	0,6293	0,9241
		G.Subroto (R-22)	0,6086	0,3436	0,8390
	Nonongan	S.Riyadi (R-31)	0,8778	0,7910	0,9382
		H.Wongso (R-32)	0,5196	0,5062	0,8195
Rata-Rata			0,7809	0,6552	0,9043

Tabel 4.13 Koefisien determinasi jika korelasi didekati melalui ruas utama dan minor.

Korelasi	Ruas	Koef.Determinasi (R^2)		
		DS	Tundaan	Antrian
Pendekatan MKJI ke TRANSYT	Ruas Utama	0,8395	0,8276	0,6098
	Ruas Minor	0,7661	0,4034	0,8610
TRANSYT ke Pendekatan MKJI	Ruas Utama	0,8465	0,8204	0,6205
	Ruas Minor	0,7648	0,4461	0,7731
Rata-rata	Ruas Utama	0,8430	0,8240	0,6152
	Ruas Minor	0,7655	0,4248	0,8171

Tabel 4.14 Koefisien determinasi jika korelasi didekati melalui seluruh ruas.

Korelasi	Koef.Determinasi (R^2)		
	DS	Tundaan	Antrian
Pendekatan MKJI ke TRANSYT	0,5943	0,7902	0,6343
TRANSYT ke Pendekatan MKJI	0,5711	0,8371	0,6552
Rata-rata	0,5827	0,8137	0,6448

4.3.3 Program Konversi

Persamaan korelasi antara pendekatan MKJI dengan TRANSYT yang menunjukkan tingkat yang cukup kuat adalah jika didasarkan pada pendekatan ruas utama. Oleh karenanya, pemrograman akan menghasilkan nilai tertentu dengan tingkat kesalahan yang kecil jika disandarkan pada pendekatan ruas utama. Adapun bentuk program konversi ini ditulis dalam bahasa PASCAL dan alur pemikirannya diperlihatkan dalam lampiran 5.

Untuk mengkonversikan Pendekatan MKJI ke TRANSYT, digunakan persamaan korelasi dengan tingkat determinasi sebagaimana ditunjukkan dalam Tabel 4.10:

- * Kinerja DS : $Y = 0,597 X^2 + 0,5144 X + 0,1804$; ($R^2=0.8395$).
- * Kinerja Tundaan : $Y = 0,0928 X^2 - 0,425 X + 1,0033$; ($R^2=0.8276$).
- * Kinerja Antrian : $Y = 0,0645 X^2 - 0,3617 X + 5,2538$; ($R^2=0.6098$).

Sedangkan untuk mengkonversikan TRANSYT ke Pendekatan MKJI, digunakan persamaan korelasi dengan tingkat determinasi sebagaimana ditunjukkan dalam Tabel 4.11, yaitu:

- * Kinerja DS : $Y = -0,6353 X^2 + 1,5681 X - 0,1917$; ($R^2= 0.8465$).
- * Kinerja Tundaan : $Y = 0,0058 X^2 + 0,3067 X + 8,138$; ($R^2=0.8204$).
- * Kinerja Antrian : $Y = -0,0133 X^2 + 0,8626 X + 4,6273$; ($R^2=0.6205$).

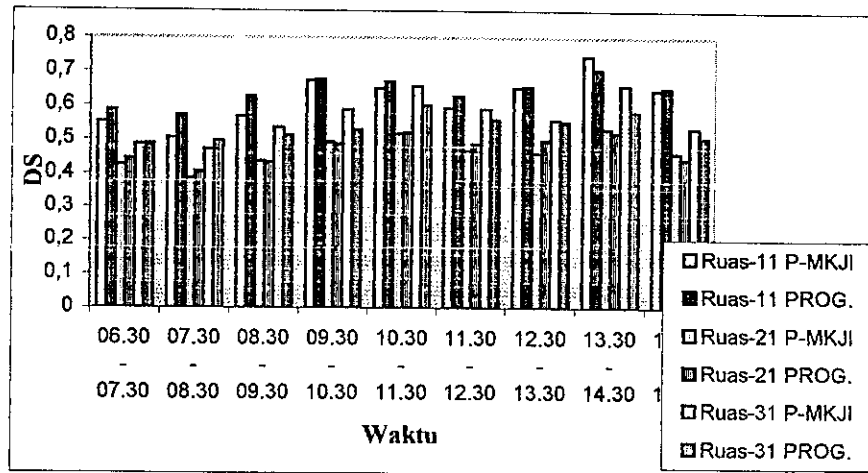
Input data diambilkan dari hasil keluaran TRANSYT berupa file dengan ekstensi *.prt, dengan format sebagaimana hasil *print-out* TRANSYT pada Lampiran 5.

Program konversi akan menghasilkan nilai sebagai berikut:

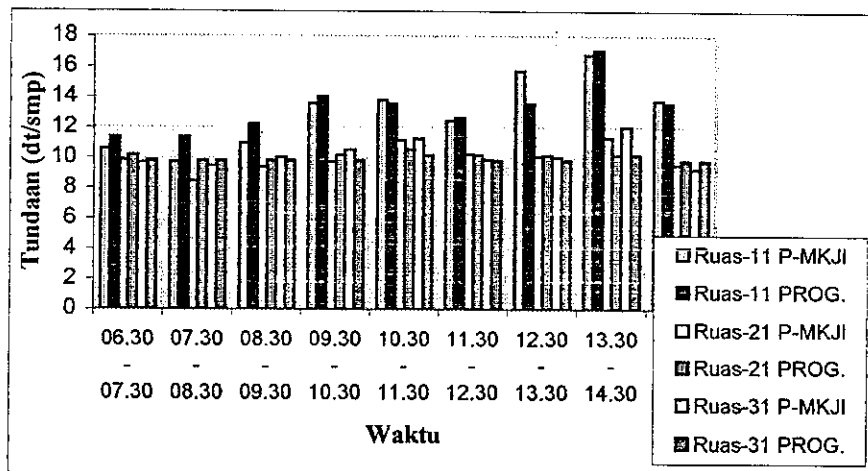
Tabel. 4.15. Contoh nilai hasil pemrograman (angka diambil dari data jam 06.30-07.30).

Korelasi	No Ruas	DS	T	A	DS*	T*	A*
Pendekatan MKJI ke Transyt	11	0,551	10,61	11,43	0,645	6,941	9,546
	21	0,426	9,87	7,78	0,508	5,849	6,344
	31	0,486	9,69	9,61	0,571	5,599	7,735
Transyt ke Pendekatan MKJI	11	0,690	9,00	11,00	0,588	11,368	12,507
	21	0,510	6,00	6,00	0,443	10,187	9,324
	31	0,560	5,00	6,00	0,487	9,817	9,324

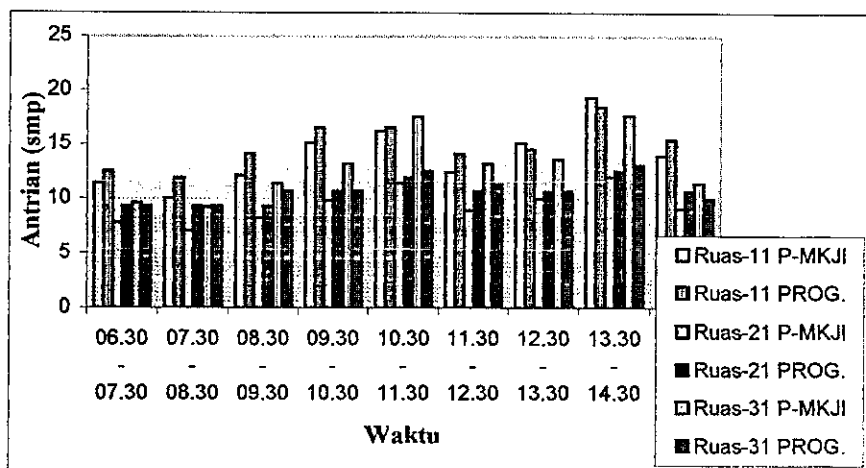
Hasil program konversi dari TRANSYT ke pendekatan MKJI, jika ditampilkan dalam bentuk grafik diperlihatkan dalam Gambar 4.86 s/d Gambar 4.88. Hasil program konversi jika dibandingkan dengan hasil pendekatan MKJI, nilai rata-rata perbedaan dibawah tingkat kesalahan yang diharapkan dari masing-masing persamaan korelasi yang ada. Untuk konversi dari TRANSYT ke pendekatan MKJI, tingkat kesalahan derajat kejenuhan



Gambar 4.86 DS hasil Pendekatan MKJI dan Program Konversi TRANSYT ke Pendekatan MKJI pada ruas utama.



Gambar 4.87 Tundaan hasil Pendekatan MKJI dan Program Konversi TRANSYT ke Pendekatan MKJI pada ruas utama.



Gambar 4.88 Antrian hasil Pendekatan MKJI dan Program Konversi TRANSYT ke Pendekatan MKJI pada ruas utama.

rata-rata diharapkan tidak melebihi 0,1535%; tingkat kesalahan tundaan rata-rata diharapkan tidak melebihi 0,1796%; tingkat kesalahan antrian rata-rata diharapkan tidak melebihi 0,3795%.

Adapun detail dari perbedaan tersebut diperlihatkan pada Tabel 4.16 s/d Tabel 4.18. terlihat bahwa nilai perbedaan rata-rata, lebih kecil daripada nilai rata-rata perbedaan maksimum yang diharapkan. Akan tetapi bila diperhatikan secara detail, terjadi penyimpangan yang melampaui nilai kesalahan yang diharapkan. Untuk kasus tundaan terjadi pada jam 13.30 – 14.30 RU-31, dan pada antrian jam 10.30-11.30 RU-31. Sedangkan lainnya, nilai kesalahan yang ada berada dibawah nilai kesalahan yang diharapkan.

Tabel 4.16. Beda Derajat Kejujuran Ruas Utama hasil pendekatan MKJI dan Program Konversi TRANSYT ke Pendekatan MKJI

[illegible]

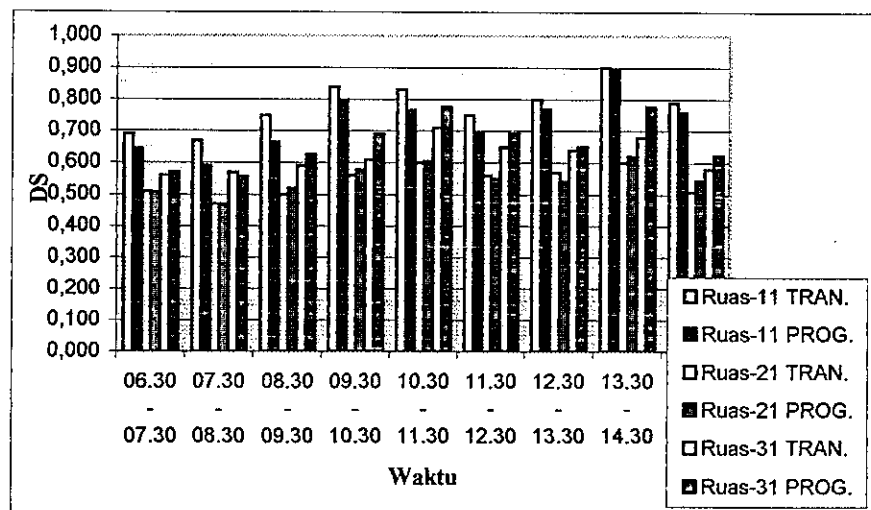
Tabel 4.17.Beda Tundaan Ruas Utama hasil pendekatan MKJI dan Program Konversi TRANSYT ke Pendekatan MKJI.

[illegible]

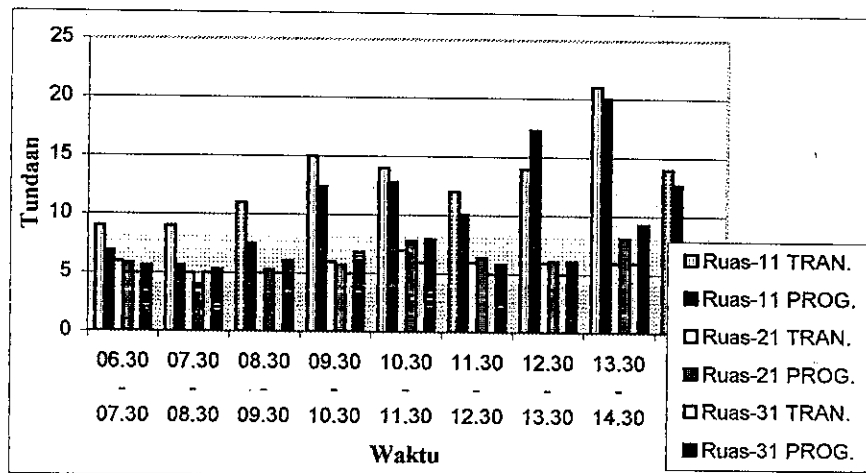
Tabel 4.18. Beda Antrian Ruas Utama hasil pendekatan MKJI dan Program Konversi TRANSYT ke Pendekatan MKJI.

Waktu	R-11			R-21			R-31		
	P-MKJI	PROG.	Beda(%)	P-MKJI	PROG.	Beda(%)	P-MKJI	PROG.	Beda(%)
06.30 - 07.30	11,43	12,507	0,086	7,78	9,324	0,166	9,61	9,324	(0,031)
07.30 - 08.30	10,07	11,923	0,155	7,07	9,324	0,242	9,24	9,324	0,009
08.30 - 09.30	12,1	14,097	0,142	8,24	9,324	0,116	11,36	10,677	(0,064)
09.30 - 10.30	15,13	16,559	0,086	9,82	10,677	0,080	13,17	10,677	(0,234)
10.30 - 11.30	16,23	16,559	0,020	11,41	11,923	0,043	17,56	12,507	(0,404)
11.30 - 12.30	12,39	14,097	0,121	8,9	10,677	0,166	13,21	11,313	(0,168)
12.30 - 13.30	15,1	14,574	(0,036)	9,98	10,677	0,065	13,59	10,677	(0,273)
13.30 - 14.30	19,34	18,457	(0,048)	12	12,507	0,041	17,63	13,063	(0,350)
14.30 - 15.30	13,93	15,448	0,098	9,08	10,677	0,150	11,43	10,014	(0,141)
Beda rata-rata(%)									0,131
Beda rata-rata (%) maximum yang diharapkan <									0,3795

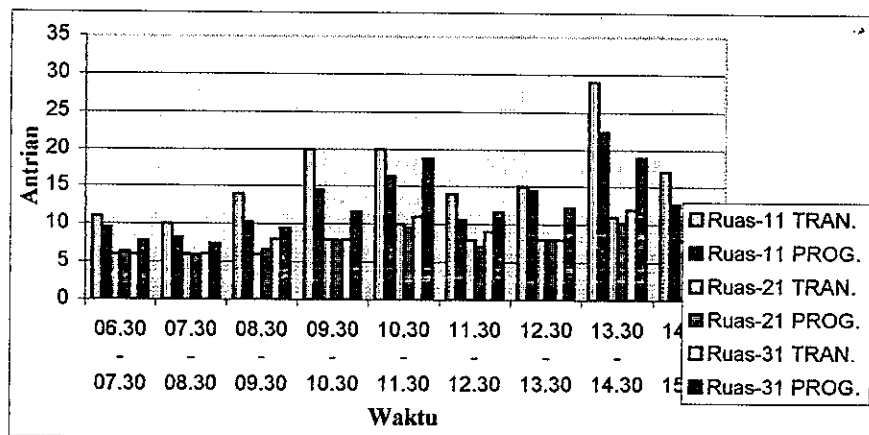
Hasil program konversi dari pendekatan MKJI ke TRANSYT, jika ditampilkan dalam bentuk grafik diperlihatkan dalam Gambar 4.89 s/d Gambar 4.91. Hasil program konversi jika dibandingkan dengan hasil TRANSYT nilai perbedaan rata-rata diharapkan lebih kecil daripada tingkat kesalahan yang diharapkan dari masing-masing persamaan korelasi yang ada. Untuk konversi dari pendekatan MKJI ke TRANSYT, tingkat kesalahan derajat kejenuhan rata-rata diharapkan tidak melebihi 0,16505%; tingkat kesalahan tundaan rata-rata diharapkan tidak melebihi 0,1724%; tingkat kesalahan antrian rata-rata diharapkan tidak melebihi 0,3902%.



Gambar 4.89 DS hasil TRANSYT dan Program Konversi Pendekatan MKJI ke TRANSYT pada ruas utama.



Gambar 4.90 Tundaan hasil TRANSYT dan Program Konversi Pendekatan MKJI ke TRANSYT pada ruas utama.



Gambar 4.91 Antrian hasil TRANSYT dan Program Konversi Pendekatan MKJI ke TRANSYT pada ruas utama.

Adapun detail dari perbedaan tersebut diperlihatkan pada Tabel 4.19 s/d Tabel 4.21. terlihat bahwa nilai perbedaan rata-rata, lebih kecil daripada nilai rata-rata perbedaan maksimum yang diharapkan. Akan tetapi bila diperhatikan secara detail (satu-persatu), terjadi penyimpangan yang melampaui nilai kesalahan yang diharapkan.

Untuk kasus tundaan R-11 terjadi pada 6 waktu, R-21 terjadi pada 2 waktu dan pada R-31 terjadi pada 5 waktu. Untuk kasus antrian R-31 terjadi pada 1 waktu. Sedangkan lainnya, nilai perbedaan yang ada berada dibawah nilai kesalahan yang diharapkan. Walaupun demikian, secara keseluruhan tingkat kesalahan yang terjadi masih lebih kecil dari yang disyaratkan, karena nilai rata-rata perbedaan masih dibawah dari nilai rata-rata perbedaan maximum yang diharapkan.

Tabel 4.19.Beda Derajat Kejenuhan Ruas Utama hasil TRANSYT dan Program Konversi Pendekatan MKJI ke TRANSYT

[illegible]

Tabel 4.20. Beda Tundaan Ruas Utama hasil TRANSYT dan Program Konversi Pendekatan MKJI ke TRANSYT

[illegible]

Tabel 4.21. Beda Antrian Ruas Utama hasil TRANSYT dan Program Konversi Pendekatan MKJI ke TRANSYT.

[illegible]

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil analisis data dan pembahasan, maka dapat diambil kesimpulan dan saran sebagai berikut:

5.1 Kesimpulan

- Perhitungan kinerja simpang terkoordinasi hasil pendekatan MKJI dan TRANSYT jika dibandingkan, besar kecilnya nilai kinerja cenderung tidak terjadi konsistensi, hal ini disebabkan karena:
 - * Perbedaan variabel data yang digunakan.
 - * Perbedaan persamaan yang digunakan.
- Pada kinerja Derajat Kejenuhan hasil TRANSYT, punya kecenderungan bernilai lebih besar dibanding hasil Pendekatan MKJI, dikarenakan TRANSYT menggunakan faktor satuan mobil penumpang yang lebih besar daripada MKJI.
- Jika korelasi didekati melalui masing-masing pendekat, korelasi terkuat ditunjukkan pada kinerja antrian.
- Jika korelasi didekati melalui ruas utama dan minor, korelasi terkuat pada ruas utama ditunjukkan pada kinerja derajat kejenuhan, sedangkan untuk ruas minor ditunjukkan pada kinerja antrian.
- Jika korelasi didekati melalui ruas utama dan minor, korelasi pada ruas utama rata-rata lebih kuat dibandingkan dengan ruas minor.
- Jika korelasi didekati melalui seluruh ruas, korelasi terkuat ditunjukkan pada kinerja tundaan.
- Persamaan korelasi jika didekati melalui ruas utama (korelasinya cukup kuat dibandingkan dengan yang lain) adalah:
 - * Kinerja derajat kejenuhan
$$Y = -0,6353 X^2 + 1,5681 X - 0,1917 \text{ (TRANSYT ke P-MKJI, } R^2 = 0.8465)$$
$$Y = 0,597 X^2 + 0,5144 X + 0,1804 \text{ (P-MKJI ke TRANSYT, } R^2 = 0.8395)$$
 - * Kinerja tundaan.
$$Y = 0,0058 X^2 + 0,3067 X + 8,138 \text{ (TRANSYT ke P-MKJI, } R^2 = 0.8204).$$
$$Y = 0,0928 X^2 - 0,425 X + 1,0033 \text{ (P-MKJI ke TRANSYT, } R^2 = 0.8276).$$

* Kinerja antrian

$$Y = -0,0133 X^2 + 0,8626 X + 4,6273 \text{ (TRANSYT ke P-MKJI, } R^2=0.6205)$$

$$Y = 0,0645 X^2 - 0,3617 X + 5,2538 \text{ (P-MKJI ke TRANSYT, } R^2=0.6098)$$

- Program konversi yang dihasilkan, memiliki tingkat kesalahan sebagaimana persamaan korelasi yang dihasilkan.

5.2 Saran

- Agar lebih bisa representatif, kajian ini masih perlu diperluas untuk kasus-kasus simpang yang berbeda-beda.
- Jika hasil penelitian ini digunakan, masih perlu validasi terhadap hasil Transyt dan pendekatan MKJI ini dengan kondisi di lapangan.
- Jika akan menggunakan program konversi yang dihasilkan dari penulisan tesis ini agar dipertimbangkan, sebab akan memiliki tingkat kesalahan sebesar faktor determinasi bersesuaian dengan persamaan korelasi yang digunakan.

DAFTAR PUSTAKA

- Crabtree,M.R.(1988)."*TRANSYT/9 User Manual*", Transport and Road Research Laboratory, Old Wokingham Road, Crowthorne, Berkshire. 17 p.
- DPU, (1990) "*Traffic Management*", Regional Cities Urban Transport DKI-Jakarta Training, Dirjen. Bina Marga.
- DPU, (1996), "*Manual Kapasitas Jalan Indonesia*", Direktorat Jendral Bina Marga, Direktorat Bina Jalan Kota.
- Gerlough,D.L., and Huber,M.J.(1975)."*Traffic Flow Theory*," Transportation Research Board, National Research Council, Washington,D.C. 222 p.
- Hendratmoko. (2000)."*Perbandingan Kinerja Simpang Bersinyal antara Kenyataan dengan Hasil Perhitungan Menggunakan KAJI dan TRANSYT*," Tesis PPS, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya, 70 p.
- Hobbs,F.D.(1995)."*Perencanaan dan Teknik Lalu Lintas*," Gadjah Mada University Press.
- Hunt,P.B., Robertson,D.I., Bretherton,R.D. and Winton,R.I. (1981)."*SCOOT - a Traffic Responsive Method of Coordinating Signals*," Transport and Road Research Laboratory, Crowthorne, Berkshire. 28 p.
- Robertson,D.I., Lucas,C.F., and Baker,R.T.(1980)."*Coordinating Traffic Signals to Reduce Fuel Consumption*," Transport and Road Research Laboratory, Crowthorne, Berkshire.17 p.
- Salter,R.I.(1976)."*Highway Traffic Analysis and Design*," The Macmillan Press LTD. 378 p.
- Salter,R.J.(1983)."*Traffic Engineering*," University of Bradford.
- Sudjana (1988), "*Metoda Statistika*", Tarsito, Bandung.

Vincent,R.A., Mitchell,A.I., and Robertson,D.I.(1980)."*User Guide to TRANSYT Version 8*," Transport and Road Research Laboratory, Crowthorne, Berkshire. 86 p.